UNIVERSITY
OF
TORONTO
LIBRARY

Biol
R
Pl

Ueber

Krystalle proteinartiger Körper

pflanzlichen und thierischen Ursprungs.

Ein Beitrag

zur

Physiologie der Pflanzen und Thiere, zur Chemie und Physik der organischen Körper.

Von

Ludwig Radlkofer,

Doctor d. Med. u. Phil., ausserord. Profess. d. Bot. an d. Ludw.-Maximil. Univers., Adjuncten am K. bot. Garten u. Herbarium zu München, Mitgliede mehr. naturwissensch. Gesellschaften.

90676
24/8/05.

Mit 3 lithographirten Tafeln.

Leipzig,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1859.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

DER ALMA MATER JENENSIS,

DER TREUEN PFLEGERIN GEISTIGEN STREBENS,

ZUR

JUBELFEIER IHRES DREIHUNDERTJAEHRIGEN BESTEHENS

NACHTRAEGLICH GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Zur Widmung.

Das Erscheinen dieser Abhandlung, welche im Manuscripte des ersten Theiles der Universität Jena während der Feier des Jubiläums am 16. August 1858 dargebracht ward, hat sich durch das Hereinziehen weiterer Gegenstände in die Untersuchung länger, als vorausgesehen werden konnte, verzögert. Möge der reichere Inhalt die Verspätung aufwiegen und das kleine Geschenk der Universität Jena als ein freilich weit hinter dem Willen zurückbleibendes Zeichen der Dankbarkeit ihres ehemaligen Mitbürgers auch heute noch angenehm sein!

München, 1859.

Ludwig Radlkofer.

Vorwort und Einleitung.

Als vor einem Decennium die Krystalle des Hämatokrystallins entdeckt wurden und namentlich seitdem FUNKE und LEHMANN Mittel gefunden haben, diese Krystalle künstlich darzustellen, hegte man die regsten Hoffnungen, endlich über die Natur der Proteinkörper ein klareres Licht zu gewinnen. Diese Hoffnungen, welche sich leider noch nicht realisirt haben, auf's neue zu beleben und ihnen einen breiteren Grund zu geben, dazu mögen die folgenden Mittheilungen dienen. Sie enthalten Beobachtungen über eine Anzahl von Körpern, welche, gleich dem Hämatokrystallin, die Fähigkeit besitzen zu krystallisiren und gleich jenem der Reihe der Proteinkörper beigezählt werden müssen.

Ich fasse das Wort Proteinkörper hier im weiteren Sinne, nach welchem es nicht bloss die sogenannten Blutbildner, die histogenetischen Eiweisskörper umfasst, sondern auch „die nächsten Verwandten der eiweissartigen Substanzen", die „nächsten Abkömmlinge" derselben, oder mit welchen Namen sonst in den chemischen Handbüchern unter der allgemeinen Ueberschrift „Proteinkörper" die Stoffe aufgeführt sein mögen, welche wie Ossein, Fibroin, Epidermose etc. dem Albumin, Fibrin und Casein sowohl in Rücksicht auf ihre procentische Zusammensetzung sehr nahe kommen als auch sonst in vielen als charakteristisch geltenden Eigenschaften damit übereinstimmen.

Ich werde, um einen präcisen Ausdruck zu gewinnen, diese letzteren Stoffe gegenüber den eigentlichen und im engeren Sinne so genannten Proteinstoffen (eiweissartigen Stoffen) hier überall als „proteinartige Körper (Proteinide)“ bezeichnen.

Von den allenthalben als charakteristisch geltenden Reaktionen können hier, wo wir es mit mikroskopisch kleinen Stoffquantitäten zu thun haben, natürlich nur jene berücksichtiget werden, welche dem Auge sich leicht kund geben, Farbenerscheinungen, Lösungsverhältnisse, Coagulirbarkeit.

Von den Farbenreaktionen kommen den Proteinkörpern im weiteren Sinne folgende zu: gelbbraune Färbung durch Jod, gelbe durch Salpetersäure, rothe durch das MILLON'sche Reagens [1]) (auch der Leim z. B. färbt sich dadurch) und ebenso durch Zucker und Schwefelsäure. — Den eigentlichen Proteinkörpern allein scheint die Eigenschaft zuzukommen, sich in rauchender Salzsäure bei Luftzutritt mit blauer Farbe aufzulösen.

Als das allgemeinste Lösungsmittel erscheinen für die Proteinkörper im Allgemeinen die Alkalien und Alkalisalze, für viele auch Essigsäure und Phosphorsäure.

Coagulirt, d. h. für die gewöhnlichen Lösungsmittel unlöslich gemacht werden sie — namentlich die eigentlichen Proteinstoffe — vorzüglich durch die Siedehitze, durch die Einwirkung von Mineralsäuren, von Alkohol und Aether. Auch durch die Behandlung mit Sublimat und anderen Metallsalzen, mit deren Basen sie Verbindungen eingehen, werden sie meist unlöslich für frühere Lösungsmittel.

Es erscheint sicherlich als gerechtfertigt, Stoffe, welche

---

1) Salpetersaures Quecksilberoxydoxydul, welches salpetrige Säure enthält, dargestellt durch Auflösen von Quecksilber in seinem Gewicht Salpetersäure. E. MILLON, sur un réactif propre aux composés protéiques, *Annales de Chim. et de Phys.* 3me série. t. XXIX. 1850. pag. 507.

in diesen Stücken mit den Proteinkörpern übereinstimmen, wenigstens als proteinartige Körper zu betrachten, so lange die Unkenntniss über ihre procentische Zusammensetzung nicht erlaubt, sie den eigentlichen Proteinsubstanzen beizuzählen, oder das Verhalten zu rauchender Salzsäure dieses geradezu verbietet.

Als charakteristisch wird ferner für die Proteinkörper noch angeführt, dass sie unter ihren Elementartheilen Schwefel enthalten und dass sie sämmtlich amorph sind.

Was das Erstere betrifft, so gilt die Angabe nur für die Proteinstoffe im engeren Sinne, und Mangel von Schwefel, welcher oft selbst erst noch der Bestätigung bedarf, kann deshalb nicht hindern, einen Körper für einen proteinartigen anzusehen.

Was den Amorphismus betrifft, so mag eben die vorliegende Schrift dazu dienen, nachzuweisen, dass er jedenfalls nicht als Charakteristicum für die Proteinstoffe im Allgemeinen, wahrscheinlich auch nicht einmal mehr für die Proteinstoffe im engeren Sinne gelten kann. —

Veranlassung zu der vorliegenden Abhandlung wurde die Auffindung der eigenthümlichen, in ihren Reaktionen den Proteinkörpern gleichenden Krystalle in den Zellkernen von *Lathraea Squamaria* (im Frühjahre 1858).

Deren Untersuchung führte zunächst zu einer Vergleichung mit dem Hämatokrystallin, dem einzigen damals allgemeiner bekannten krystallisirenden Proteinkörper (nach LEHMANN's Bezeichnung).

Gelegentlich mündlicher Mittheilung meiner Beobachtungen bei *Lathraea* wurde ich von Herrn Professor METTENIUS (im Herbste 1858) auf die Aleuronkrystalle von HARTIG, welchen ihr Entdecker gleichfalls Proteinnatur zuschreibt, hingewiesen. Ich zog nun auch diese der Vergleichung halber in den Bereich meiner Untersuchungen.

Endlich wurde ich durch Herrn Staatsrath FRITZSCHE nach einem Vortrage über den in Rede stehenden Gegenstand bei der Naturforscherversammlung in Karlsruhe[1]) auf die von VALENCIENNES und FRÉMY näher untersuchten Dotterplättchen der Fischeier aufmerksam gemacht, als eine Ablagerung von Proteinsubstanzen, wenn auch nicht in krystallinischer, so doch in bestimmter amylumähnlicher Form innerhalb thierischer Zellen und so den bestimmt geformten Proteinablagerungen innerhalb Pflanzenzellen analog. Ich hoffe im Folgenden nachzuweisen, dass auch sie in der That Krystalle eines proteinartigen Körpers sind.

Es erscheint als angemessen die angeführten Gebilde in der Reihenfolge hier der Betrachtung zu unterwerfen, wie sie zur Untersuchung sich dargeboten haben.

Ich war bestrebt für die Beobachtungsreihe möglichste Lückenlosigkeit, für die einzelne Beobachtung thatsächliche Geltung zu gewinnen. Wenn das Werk hinter dem Streben zurückgeblieben sein sollte, so mag das die Natur des Gegenstandes, welche der Untersuchung so viele und grosse Schwierigkeiten entgegen setzte, entschuldigen helfen. Erste Beobachtungen über neue Objekte werden wohl immer auf den Grad der Vollendung verzichten müssen, welchen der Autor ihnen wünschen mag.

---

1) Sieh *Tagblatt der Naturforscher-Versammlung in Karlsruhe* vom 19. und 22. September 1858. pag. 27 und 28.

Inhalt.

pag.

Vorwort und Einleitung VII

I. Krystalle eines proteinartigen Körpers (Phytokrystallin) in den Zellkernen von Lathraea Squamaria 1

Erste Auffindung der jugendlichen Krystalle und deren Beschaffenheit 1

Verfahren bei der Anfertigung der Präparate 3

Ursache unserer bisherigen Unbekanntschaft mit diesen Krystallen 4

Beschaffenheit der sie enthaltenden Zellen der Samenknospe . 4

Untersuchung über die physikalische Beschaffenheit der ausgebildeten Krystalle 4

Form und Grösse der sie umschliessenden Zellkerne . . 5

Form der Krystalle 5

Optische Eigenschaften; Untersuchung im polarisirten Lichte 6

Bestimmung des Krystallsystemes 7

Grösse der Krystalle 8

Zahl und Lagerungsverhältnisse der Krystalle in den Zellkernen 8

Mikrochemische Untersuchung der Krystalle 9

Schwierigkeiten der Untersuchung 9

Beschaffenheit des Zellsaftes 10

Veränderungen der Krystalle und des Zellkernes durch unmittelbare Einwirkung des Zellsaftes 11

Natur des Zellkernes und seiner Hülle 12

Nöthige Vorsichtsmassregeln bei Anstellung und Beurtheilung der mikrochemischen Experimente 13

Versuche die Krystallsubstanz für sich zu gewinnen . . . 14

Wirkung von Wasser auf die Krystalle und Zellkerne . . 15

„ „ wässeriger Jodlösung auf die Krystalle und Zellkerne 17

Wirkung von Glycerin auf die Krystalle und Zellkerne . 18

„ „ Ammoniak „ „ „ „ „ . . 20

„ „ Kali „ „ „ „ „ . . 20

„ „ Baryt „ „ „ „ „ . . 21

pag.
Wirkung von Alkalisalzen auf die Krystalle und Zellkerne . 21
„ „ Essigsäure „ „ „ „ „ . . 21
„ „ Phosphorsäure auf die „ „ „ . 23
„ „ Alkohol „ „ „ „ „ . . 23
„ „ Jodtinktur „ „ „ „ „ . 26
„ „ Siedehitze „ „ „ „ „ . . 27
„ „ Schwefelsäure „ „ „ „ „ . 31
„ „ Zucker und Schwefelsäure auf die Krystalle und Zellkerne 31
Wirkung von Salzsäure auf die Krystalle und Zellkerne . 32
„ „ Salpetersäure auf die Krystalle und Zellkerne 33
„ „ Millon's Reagens auf die Krystalle und Zellkerne 34
„ „ salpetersaurem Quecksilberoxyd auf die Krystalle und Zellkerne 34
Wirkung von Sublimat auf die Krystalle und Zellkerne . 34
„ „ salpetersaurem Silberoxyd u. andern Metallsalzen auf die Krystalle und Zellkerne 35
Wirkung von fetten und ätherischen Oelen auf die Krystalle und Zellkerne 36
Wirkung von Aether auf die Krystalle und Zellkerne . . 36
Veränderungen in der Samenknospe beim Reifen der Samen . 37
Vorkommen der Phytokrystallin-Krystalle in den übrigen Theilen von *Lathraea Squamaria* 38
Fehlen derselben bei verwandten Pflanzen 40
Folgerungen 41
II. Das Hämatokrystallin 43
Geschichtliches 43
Gewinnungsweise der Krystalle und physikalische Eigenschaften derselben 44
Chemische Eigenschaften des Hämatokrystallins im Allgemeinen 45
Verhalten der mit Alkohol behandelten Krystalle (Afterkrystalle) 47
Eigene Beobachtungen: Mikrochemische Untersuchung frischer Krystalle aus dem Meerschweinchenblute 49
III. Die Aleuron-Krystalle 51
Vorkommen, physikalische und chemische Eigenschaften im Allgemeinen nach Hartig 52
Beobachtungen anderer Forscher 55
Eigene Beobachtungen 57
1. Ueber die Aleuron-Krystalle von *Sparganium ramosum* 57
Bestimmung des Krystallsystemes 57
Untersuchung im polarisirten Lichte 58
Mikrochemische Untersuchung 59
2. Ueber die Aleuronkörner von *Ricinus communis* . . 61
Physikalische Beschaffenheit 61
Mikrochemische Untersuchung 62

pag.
3. Ueber die Aleuron-Krystalle von *Bertholletia excelsa* . 63
Bestimmung des Krystallsystemes 63
Untersuchung im polarisirten Lichte 65
Mikrochemische Untersuchung 65
Umkrystallisiren des Aleuron von *Bertholletia* nach Maschke . 68

IV. Die Dotterplättchen (Ichthin-, Ichthidin- und Emydinkrystalle) 69
Aeussere Beschaffenheit und Vorkommen im Allgemeinen . 69
Geschichtliches 70
Ueber die Formelemente des Dotters überhaupt . . . 70
Ueber die Dotterplättchen der Batrachier 73
„ „ „ „ Schildkröten 76
„ „ „ „ Fische 79
Verbreitung der Dotterplättchen im Thierreiche überhaupt . 80
Mikrochemische Untersuchung der Dotterplättchen von Virchow
— ihre Proteinnatur 82
Makrochemische Untersuchungen von Valenciennes und Frémy 85
Ueber die Dotterplättchen der Knorpelfische („Ichthinkörner“) 86
Verkennung ihrer Krystallnatur 87
Ueber die Dotterplättchen der Knochenfische („Ichthidinkörner“) 88
„ „ „ „ Schildkröten („Emydinkörner“) 88
„ „ „ „ Batrachier („Ichthinkörner“) . 89
Eigene Untersuchungen: 89
1. Ueber die Dotterplättchen des Karpfen 90
Entwicklung der Krystallgestalt 91
Spaltbarkeit 93
Verhalten beim Trocknen 95
Grösse der Plättchen 96
Optische Eigenschaften 96
Verhalten zum polarisirten Lichte 97
Farbenerscheinungen im polarisirten Lichte bei Einschaltung von Gypsplättchen 101
Vergleichung dieser Erscheinungen mit denen mikroskopischer Krystalle überhaupt 105
Bestimmung der Elasticitätsaxen der Dotterplättchen 109
Mikrochemische Untersuchung 110
Umkrystallisiren der Dotterplättchen 117
Verhalten der künstlich gewonnenen Krystalle im polarisirten Lichte 118
Darauf gestützte Entwicklung ihrer Gestalten . . 119
Chemisches Verhalten der künstlichen Krystalle, verglichen mit dem der Dotterplättchen . . 122
Folgerungen hieraus bezüglich der Krystallnatur der Dotterplättchen 123
Bedingungen für das Umkrystallisiren . . . 124
Gleichzeitiges Auskrystallisiren der Salze des Eies . 125

pag.

Ueber die Proteinnatur der Dotterplättchen . . 126
2. Ueber die Dotterplättchen des Frosches . . . 128
Form und Grösse 129
Spaltbarkeit 129
Mikrochemische Untersuchung 129
Verhalten im polarisirten Lichte 130
Versuche die Plättchen umzukrystallisiren . . . 131
Vergleichung mit den Dotterplättchen des Karpfen . 131
3. Ueber die Dotterplättchen der Schildkröten . . 132
Unterscheidung der Dotterplättchen und der sogenannten Dotterzellen (Dotterbläschen) 132
Physikalische und chemische Beschaffenheit der letzteren (vom in Spiritus gelegenen Eie) 133
Verschiedenheiten im Vorkommen der Dotterplättchen 134
Gestalt und Grösse 134
Chemische Beschaffenheit 134
Verhalten zum polarisirten Lichte 135
Inhalt des reifen Eies 135
Vergleichung mit den Angaben von Valenciennes und Frémy, Agassiz und Rathke 135
Vergleichung mit den unter I., II. und III. behandelten Gebilden 136

Allgemeine Folgerungen und vergleichende Schlussbetrachtungen . 137
Krystall- und Proteinnatur der unter I., II., III. und IV. betrachteten Gebilde 141
Eigenthümliche Erscheinungen an diesen Krystallen . . . 142
Vergleichung der betrachteten Körper unter einander und mit verwandten Stoffen 145
Fingerzeige für künftige Untersuchungen 147

Figurenerklärung 149

I.

Krystalle eines proteinartigen Körpers

(*Phytokrystallin mihi*) in den Zellkernen von *Lathraea Squamaria.*

Ich entdeckte diese Krystalle im Frühjahre 1858 gelegentlich embryologischer Untersuchungen.

An möglichst rasch unter das Mikroskop gebrachten Lamellenschnitten aus der Mitte eben befruchteter Samenknospen von *Lathraea Squamaria L.* zeigten die Kerne der äussersten Zellen — der Epithelialzellen des Samenknospen-Integumentes — eigenthümliche Verhältnisse. In ihrer Gestalt zwar wichen sie von gewöhnlichen Zellkernen nicht ab; sie waren plattrund, von der Seite gesehen oval (Fig. 1. a, b, c) und lagen an der freien äusseren (oberen) Wand der Zelle, eingebettet in deren Plasmabeleg (pl) und den Sammelpunkt netzförmiger Plasmaströme bildend. Dagegen besassen sie anscheinend eine Mehrzahl von Kernkörperchen, die bald getrennt von einander lagen, fünf bis acht in der Zahl (a), bald unmittelbar an einander gereiht waren zu einer oder zwei gradlinigen, den Kern von einem Ende zum anderen in verschiedener Richtung balkenartig durchsetzenden Figuren (c), oder zu hufeisenförmigen, der Contour des Kernes gleichlaufenden Massen (b), oder

endlich zu unregelmässig gestalteten, den Kern zum grössten Theile erfüllenden Aggregaten. In dem ersten Falle zeigten sie meist eine unregelmässig rundliche oder längliche Gestalt, in dem zweiten und dritten Falle erschienen einzelne deutlich regelmässig viereckig, quadratisch oder rektangulär, andere wieder unregelmässiger länglich, stumpf oder spitz weckartig. Der übrige Theil des Kernes war bald vollkommen hyalin, bald gleichmässig oder ungleichmässig fein granulirt, hie und da etwas grobkörnig. Die Körperchen widerstanden nicht lange dem Einflusse des Wassers, unter welchem der Schnitt betrachtet wurde. Sie verschwanden, und gleichzeitig mit ihrem Unsichtbarwerden stellte sich eine ungleichmässige, dicht granulöse Trübung durch den ganzen Kern hin ein, oder es umschloss die trübe Masse zwei bis drei sich berührende und bis an die Contour des Kernes reichende, vacuolenartige, weniger trübe Räume. Meist jedoch blieb eines der vorher gesehenen Körperchen zurück, häufig mitten im Kern gelegen, zwischen den Vacuolenräumen — wohl das nach seinem optischen Verhalten von den übrigen vorher nicht unterscheidbare, wirkliche Kernkörperchen.

Hatte schon das vermeintliche Vorkommen einer grösseren Anzahl von Kernkörperchen, ihre Gestaltungs- und Lagerungsverhältnisse zu einer näheren Untersuchung dieser Kerne und namentlich zu einer Verfolgung ihres weiteren Schicksales während der Vergrösserung der Zellen eingeladen, so musste die beobachtete Veränderung derselben durch den Einfluss des Wassers, welche an ihrer Verschiedenheit von Kernkörperchen, an ihrem Abweichen von anderen Körnergebilden vegetabilischer Zellen keinen Zweifel mehr liess, noch dringender zu ihrem weiteren Studium auffordern.

Es wurden deshalb unter Zuhandnahme stärkerer Vergrösserungen (eines OBERHAEUSER'schen Systems 9 mit Okular 2 und 3) stufenweise ältere Samenknospen bis zu jenen, welche

die volle Grösse des reifen Samens erreicht, aber noch vollkommen ihre weisse Farbe erhalten hatten, der optischen und zugleich der mikrochemischen Untersuchung unterworfen. Auf die letztbezeichnete Altersstufe beziehen sich, wo nicht ausdrücklich Anderes bemerkt ist, die folgenden Angaben. Von den Veränderungen der Kerne, welche sich mit dem Braunwerden der Samentesta einstellen, wird später die Rede sein. Der augenblicklichen Veränderungen der Kerne halber, welche in durchschnittenen Zellen das Eindringen des Wassers hervorruft, ferner der Undeutlichkeit der Anschauung halber, welche nicht unmittelbar an der Oberfläche des Präparates gelegene Zellen gewähren, wurden zu weiteren Untersuchungen nicht mehr Lamellenschnitte aus der Mitte der Samenknospe verwendet, sondern der Oberfläche der Samenknospe möglichst parallel abgehobene Schnitte, bei deren Anfertigung das Messer durch die unter den Epithelialzellen liegenden Schichten der kleineren, porös verdickten Zellen hingeleitet wird, welche die jugendliche Samentesta darstellen. Dabei wird das Eindringen des Messers in das Endosperm möglichst vermieden, da dessen dicht mit Oel, Amylum und (in Wasser gerinnendem) Plasma angefüllte Zellen die Transparenz des Präparates sehr beeinträchtigen. Weder die Samenknospen noch das Messer werden vor Ausführung des Schnittes mit Wasser befeuchtet und der Schnitt am besten so auf den Objektträger gebracht, dass nur seine untere Fläche von so viel Wasser benetzt wird, als nothwendig ist, um die augenblickliche Vertrocknung zu verhüten. Das weiter zur Erlangung der nöthigen Durchsichtigkeit nothwendige Wasser wird erst zugegeben, wenn der Schnitt unter Deckglas in das Gesichtsfeld gebracht ist. In analoger Weise ist zu verfahren, wenn statt Wasser chemische Agentien auf die Kerne zur Einwirkung gebracht werden sollen. Sowohl durch Wasser als durch die beginnende Verdunstung des Zellinhaltes werden die Kerne verän-

dert, so dass über den Einfluss eines erst dann zur Einwirkung kommenden Reagens kein sicheres Urtheil mehr möglich ist. Die Schwierigkeit, beim Ausschlusse des Wassers während der Präparation den Eintritt der Verdunstung zu vermeiden, was nur durch rasche und zugleich sichere Manipulation erreicht werden kann, macht die Untersuchung zu einer ziemlich mühsamen. Diese leichte Alterirbarkeit der Kerne durch Wasser macht es auch erklärlich, warum die hier zu schildernden Verhältnisse trotz der seit zwanzig Jahren unzählig oft wiederholten Untersuchung der Samenknospen von *Lathraea* (behufs der Entscheidung embryologischer Fragen) dem Auge der Mikroskopiker bisher entgangen sind. —

Die Oberhautzellen der Samenknospen (Fig. 2.) haben im Allgemeinen eine nahezu kubische, nach unten etwas verjüngte Gestalt. Die untere und die Seitenwandungen, zwischen welche sich die spiralig verdickten Zellen der Testa bis ungefähr zur halben Höhe der Epithelialzellen einschieben, sind mit einer porösen Verdickungsschicht überkleidet (vergl. die Figurenerklärung). Die Aussenwandung ist gewölbt, ziemlich dünn, an der äusseren Fläche etwas feinkörnig (Cuticularüberzug). An dem schneckenförmig eingerollten Chalaza-Ende und der Rhaphe der Samenknospe entlang sind die Zellen langgestreckt, noch dünnwandiger, die Verdickung der unteren Zellwand schwächer — Schnitte aus dieser Gegend deshalb transparenter und zur Untersuchung der Kerne vorzüglich geeignet.

Physikalische Eigenschaften der Phytokrystallin-Krystalle (Form, optisches Verhalten, Grösse, Zahl und Aggregationsweise derselben). Bei der Untersuchung mehr und mehr bis zur Grösse des Samens herangewachsener Samenknospen stellte sich zunächst die Krystallgestalt jener in Mehrzahl innerhalb der Kerne der Epithelialzellen enthaltenen Körperchen ausser Zweifel. Mit der Grösse der Epithelialzellen dieser Samenknospen hatte

auch die Grösse der Kerne, und zwar, wie es schien, verhältnissmässig stärker zugenommen. In den halbausgewachsenen Samen meist noch von rundlicher oder ovaler Gestalt, hatten die Kerne in den zur vollen Grösse gekommenen oft die abentheuerlichsten Formen angenommen: vom unregelmässig Buchtigen durch vorwiegende Verlängerung eines ihrer Durchmesser und mannigfache Abweichungen desselben von der geraden Linie zum wurstförmig Gestreckten und S-förmig oder hufeisenförmig Gebogenen (s. Fig. 2.). Nicht selten kam der längere gerade Durchmesser eines solchen Kernes dem kürzeren der Zelle gleich. Messungen rundlicher Kerne von mittlerer Grösse ergaben für den Durchmesser eine Länge von 0,023 mm, grösserer Kerne von ungleichen Dimensionen für die geraden Durchmesser (Breite und Länge) 0,027 und 0,037 mm, 0,021 und 0,028 mm, 0,030 und 0,045 mm u. s. f. Die den Krümmungen folgende Längsaxe übertraf dabei die geraden Durchmesser meist um ein Beträchtliches, bei hufeisenförmig gekrümmten Kernen nahezu um das Doppelte.

Entsprechend der vermehrten Grösse der Kerne zeigten sich hier auch die bald ganz, bald zum grössten Theile sie erfüllenden Körperchen beträchtlich vergrössert. Sie hatten die Gestalt dünner quadratischer oder rektangulärer Plättchen (Fig. 2. a, b, e, g, h; Fig. 5. a). Rhombische oder trapezoidische Formen, welche sich nicht selten fanden (Fig. 2. b, c, d, h; Fig. 5. a), schienen nur durch geneigte Lage der Plättchen bedingt zu sein; ihre Grenzlinien waren nie sämmtlich mit gleicher Deutlichkeit sichtbar, traten vielmehr nur successive bei wechselnder Einstellung des Mikroskopes vollkommen scharf hervor. Sehr stark geneigte, nahezu auf einer Ecke stehende Plättchen erschienen bei mittlerer Einstellung als längliche, spitzige Sechsecke, oder spitz weckartig (Fig. 2. a, c), indem der untere und obere Winkel ausser Erscheinung traten. Bei vollkommener Seitenlage stellten die

Plättchen äusserst schmale, lange Rechtecke dar (Fig. 2. e, f, g).

Die Plättchen sind vollkommen durchsichtig, farblos und brechen das Licht weit stärker als die übrigen Theile des Kernes. Sie sind zugleich sehr deutlich doppelt brechend, wie die Untersuchung im polarisirten Lichte unter Einschaltung eines Gypsplättchens vom Roth der ersten Ordnung zu erkennen gibt[1]). — Hat das Gypsplättchen die in Fig. 20. bezeichnete Lage, so erscheinen auf der Seite liegende Plättchen in blauer Farbe, falls ihre Richtung übereinstimmt mit der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes; in gelber Farbe dagegen, falls sie der linken Diagonale gleich gerichtet sind. Plättchen, welche eine ihrer breiten Flächen dem Beschauer zukehren, erscheinen ebenfalls blau oder gelb gefärbt; die Lage aber, von welcher das Auftreten der einen oder der anderen dieser Farben im concreten Falle abhängt, liess sich hier nicht näher bestimmen, da die Plättchen sehr rasch sich verändern und alsbald verschwinden. Dieser Umstand liess auch keine absolute Sicherheit darüber gewinnen, ob die letzt betrachteten Plättchen auch dann Farben zeigen, wenn sie vollkommen horizontal liegen, oder nur dann, wenn sie etwas geneigt sind. Da die Plättchen in jedem Kerne vielfach übereinander geschichtet, und bei ihrer geringen Dicke und ihrer Durchsichtigkeit die Grenzlinien eines Plättchens nicht immer leicht von denen darüber oder darunter liegender zu unterscheiden sind, so erfordert es einige Zeit ehe man sich (durch den Wechsel der Einstellung) über die Horizontal-Lage vollkommene Gewissheit verschafft hat — eine Zeit, nach deren Ablauf das Plättchen meist auch dem Verschwinden

1) Sieh über die Art dieser Untersuchung das Nähere unten bei den Dotterplättchen und vergleiche auch die bei den Aleuron-Krystallen von *Sparganium* und *Bertholletia* gemachten Angaben.

nahe ist. Um jedoch nach dem allgemeinen Eindrucke zu urtheilen, so schien mir das Auftreten der Färbung unabhängig zu sein von der Lage des Plättchens zum Horizonte.

Die Form und das optische Verhalten der Plättchen geben uns ausreichenden Grund, um dieselben fortan als Krystalle zu betrachten. Leider aber liegen in den angegebenen Momenten nicht zugleich Anhaltspunkte genug, um mit voller Sicherheit das Krystallsystem zu bestimmen, welchem sie angehören.

Ihrer Form nach lassen sie sich gleich gut unter das quadratische wie unter das rhombische System subsumiren.

Im ersten Falle würden die quadratischen Plättchen als niedere quadratische Prismen, geschlossen durch das basische Flächenpaar, die rektangulären Formen aber als ungleichmässig ausgebildete ähnliche Krystalle zu betrachten sein. Die krystallographische Hauptaxe, senkrecht zu den quadratischen Flächen, erschiene dann dem Obigen gemäss als Axe der kleineren Elasticität, die Krystalle deshalb (nach der Ausdrucksweise von HOLTZMANN) als optisch negative Krystalle (gleich den später zu betrachtenden Aleuron-Krystallen von *Sparganium*) [1]). Die krystallographische Hauptaxe müsste sodann aber zugleich optische Axe sein, der Krystall also in ihrer Richtung durchgehende Strahlen nicht doppelt brechen und deshalb das Plättchen bei horizontaler Lage im Roth der ersten Ordnung keine selbständige Farbe zeigen — was nicht der Fall zu sein scheint.

Die grössere Wahrscheinlichkeit besteht demnach dafür, dass die Plättchen dem rhombischen Krystallsysteme angehören und als rektanguläre Prismen mit häufig

1) Betreffs aller wünschenswerthen Erläuterungen hiezu vergleiche unten die Untersuchung über die Dotterplättchen.

nahezu gleich grossen Seitenflächen (quadratische Plättchen) anzusehen sind.

Die Grösse der Krystallplättchen ist meist schon in demselben Kerne, namentlich aber in verschiedenen Kernen eine sehr verschiedene. Die grössten Plättchen finden sich in der Regel in den Zellen des schneckenförmig eingerollten Chalaza-Endes der Samenknospe. Die Seite der quadratischen Endfläche der Plättchen mass hier bis zu 0,008 mm. Die Dicke (der Durchmesser von einer basischen Fläche zur anderen) ist schwer bestimmbar, da an den enge neben einander liegenden Plättchen die Grenzen des einzelnen nicht immer sicher zu erkennen sind. Sie schien im Mittel 0,002 mm zu betragen.

Die Zahl der Krystalle in einem Kerne richtet sich nach dessen Grösse. In den kleineren Kernen am schnekkenförmigen Ende der Samenknospe ist sie meist auf 7 — 12 beschränkt. In den grösseren kubischen Zellen der Samenknospe schwankt sie zwischen sehr weiten Grenzen und geht approximativer Zählung nach von 10 bis 20 und 30.

Was ihre Lagerungsverhältnisse betrifft, so waren selten alle Krystalle, welche ein Kern in sich schloss, in gleicher Weise neben einander geschichtet; meist waren sie in mehrere ungleichförmig neben und über einander liegende Paquete congregirt. Gewöhnlich lagen die Krystalle mit ihren basischen Flächen einander an, sich nahezu deckend; in lang gestreckten Kernen auf ihren schmalen Seitenflächen ruhend und in eine oder mehrere Reihen neben einander geschichtet (Fig. 2. e, g); in rundlichen Kernen in kurzen Stössen neben und über einander, theils auf den Seitenflächen, theils auf der Endfläche liegend (Fig. 2. h); oder in krummlinigen Reihen durch geringe seitliche Verschiebung der Krystalle der Contour des Kernes sich anschliessend (Fig. 2. d); häufig unter geringer Divergenz der Plättchen und Zwischenfassung mit ihrer Spitze gegen das Centrum des Kernes gerichteter Winkelräume zu

einer gebrochenen Hufeisenlinie verbunden und dann oft wieder zwischen den Schenkeln des Hufeisens ein kurzer Stoss auf der Fläche liegender Krystalle (Fig. 2. a, c). Oder die Krystalle waren in verschränkter Stellung neben einander in zwei Reihen geordnet, ähnlich wie halb stehend halb liegend über einander geschichtete Dachplatten (Fig. 2. f). Diese Lagerungsform fand sich namentlich häufig in den Zellen des schneckenförmigen Endes der Samenknospen. In noch anderen Fällen endlich waren sie in nicht näher beschreibbarer Weise unregelmässig über und neben einander gelagert.

Chemische Eigenschaften. Die mikrochemische Untersuchung der Krystallplättchen von *Lathraea* wird durch den Umstand vielfach erschwert, dass die Reagentien nicht unmittelbar auf sie applicirt werden können, vielmehr erst die Zelle zu durchdringen haben, um dann gemeinschaftlich mit dem Zellinhalte auf den umschliessenden Kern und endlich auf die Krystalle selbst zur Einwirkung zu gelangen. Viele Agentien nun durchdringen nur schwer und erst nach längerer Zeit die Zellmembran und die Kerne verändern sich inzwischen auf eigene Faust, d. h. in Folge der Veränderungen, welche unausweichbar in der Zelle durch den Schnitt und die beginnende Verdunstung herbeigeführt werden — Störung in der Disposition des Zellinhaltes und Eindringen des wässerigen Zellsaftes in den Kern. Man hat sich zu hüten, die dadurch bewirkten Veränderungen des Kernes und der Krystalle der Wirkung des Reagens unterzuschieben, und es erscheint deshalb nothwendig, diese Veränderungen selbst zunächst näher kennen zu lernen. Ein weiterer misslicher Umstand für die Beurtheilung der Wirkungsweise eines Reagens besteht darin, dass nicht immer in allen Zellen die Kerne und Krystalle durch dasselbe Reagens in gleicher Weise verändert werden. Es scheint das seinen Grund einestheils darin zu haben, dass schon die Zellflüssigkeit nicht überall gleiche Mischung besitzt, wie gleich näher

auszuführen, anderntheils scheinen auch die Kerne und die Krystalle selbst je nach dem Alter der Zelle (?) verschiedene Zustände und Eigenschaften darzubieten, bald leichter bald schwerer löslich, bald selbst in einen unlöslichen Zustand übergegangen zu sein. In den folgenden Angaben werden solche Ausnahmsfälle besondere Erwähnung finden.

Der wässerige Zellsaft, von welchem der Kern bei normaler Anordnung des Zellinhaltes durch einen Ueberzug von Plasma gesondert ist, reagirt stark sauer und enthält eine grosse Quantität von phosphorsaurer Magnesia in Lösung. Bei Einwirkung von caustischem Ammoniak nämlich entstehen allmälig zahlreiche kleine Krystalle, erst unmittelbar über den Zellen (wie durch genaue Einstellung und aus der Lage manchen Krystalles quer über einer Zellscheidewand zu erkennen), später auch in den Zellen (ein Beweis, dass der Zellinhalt rascher aus der Zelle als das Reagens in dieselbe dringt). Es bilden sich Einzelkrystalle und Krystallgruppen. An den entwickelteren Individuen lässt sich ihre Zugehörigkeit zum rhombischen Krystallsysteme unschwer erkennen und viele wiederholen genau jene hemiedrischen Formen, welche für die phosphorsaure Ammoniakmagnesia in thierischen Excreten so charakteristisch sind (Sargdeckelformen). Diese Krystalle lösen sich sehr rasch und ohne Gasentwicklung in verdünnter Salzsäure und ebenso in Essigsäure, schwierig dagegen in Wasser bei lange fortgesetztem Auswaschen des Präparates, so dass auch ihr chemisches Verhalten mit dem der phosphorsauren Ammoniakmagnesia übereinstimmt. Ganz ähnliche Krystalle bilden sich auch bei der Einwirkung von Schwefelwasserstoff-Ammonium oder kohlensaurem Ammoniak auf den Zellinhalt. Die Einwirkung von caustischem Kali ruft keinen Niederschlag hervor. Doppelt chromsaures Kali ertheilt der Zellflüssigkeit anfangs eine opalisirend weinrothe Färbung und erzeugt dann darin einen reichlichen körnig-flockigen Niederschlag (von

chromsaurer Magnesia), welcher zum Theile einige Zeit suspendirt und in Molecularbewegung bleibt, zum Theile rasch zu Boden fällt. Allmälig verliert sich nun die röthliche Färbung und der Zellinhalt wird gänzlich von der Salzlösung verdrängt.

Die hier nachgewiesene phosphorsaure Magnesia des Zellsaftes lässt sich durch Auspressen und Verdunsten des letzteren in grösseren prismatischen Krystallen für die mikroskopische Untersuchung erhalten.

Bei der Anwendung des chromsauren Kali zeigt sich zugleich sehr deutlich, dass der Inhalt verschiedener Zellen ein und desselben Abschnittes einer Samenknospe ein verschiedener sei. Es tritt nämlich nicht in allen Zellen eines Schnittes die angegebene Farbenveränderung und der zu Boden sinkende Niederschlag von chromsaurer Magnesia auf. Es stellt sich vielmehr in vielen unmittelbar die der Salzlösung zugehörende Färbung ein, und jede Spur eines Niederschlages fehlt. Wie solche Unterschiede geeignet sein müssen, namentlich bei Einwirkung indifferenterer Reagentien verschiedene, zum Theile sich scheinbar widersprechende Resultate hervorzurufen, wird keiner weiteren Auseinandersetzung bedürfen.

Wird ein Schnitt einer Samenknospe sich selbst überlassen, so ersieht man schon aus dem Zerreissen einzelner Plasmafäden, welche die Zelle vom Kern aus durchziehen, dass die Anordnung des Zellinhaltes Veränderungen erleidet. Nach bald längerer, bald kürzerer Zeit scheint der Zellkern der unmittelbaren Einwirkung des Zellsaftes preis gegeben zu sein: die Krystallplättchen verschwinden, offenbar indem sie sich lösen, und nicht etwa durch blosses Aufquellen, wie daraus hervorgeht, dass sie stetig kleiner werden, ohne zugleich von einer Contour umzogen zu sein, welche dem Rande des aufgequollenen Theiles selbst entspräche. Der ganze Kern erscheint nun ziemlich gleichmässig hyalin, seinem Aeusseren nach einem Ballen aufgequollenen Gummi's vergleichbar;

nur sind die Stellen, welche früher die Krystallplättchen, vereinigt zu mehreren Paqueten, im Kern eingenommen hatten, etwas schwächer Licht brechend und erscheinen nun als Vacuolen in der übrigen jetzt verhältnissmässig stärker brechenden Kernmasse. Letztere ist in ähnlicher Weise um diese Vacuolen vertheilt, wie das Plasma einer jugendlichen Zelle um die noch isolirten Partieen ihres wässerigen Inhaltes. Sie nimmt einerseits die Peripherie des Kernes ein, an manchen Stellen in grösserer Menge, an anderen membranartig in einer dünnen Schichte angesammelt, andererseits zieht sie sich in einer Art von Fachwandungen und maschenförmig vertheilten Fäden durch das Innere des Kernes hin, und diese vereinigen sich bald im Mittelpunkte des Kernes um ein paar Körnchen (Kernkörperchen) und ein Klümpchen sie umziehender Substanz, bald um einen ähnlichen der Peripherie anliegenden Sammelpunkt (vergl. hierzu und zu dem Folgenden Fig. 3. a, b; Fig. 4; Fig. 5. c; Fig. 6 und die Figurenerklärung).

Allmälig scheint die Lösung der Krystalle innerhalb des Kernes diluirter zu werden, indem ein Theil davon den Kern verlässt und durch Zellsaft ersetzt wird, und nun treten die beschriebenen Vacuolen erst recht deutlich hervor und gewinnen erst recht das Aussehen des Leer-seins gegenüber der übrigen Kernmasse. Geht die Entleerung des Kernes noch weiter, so verkleinern sich nun die einzelnen Vacuolen, und der ganze Kern zieht sich zusammen. Fachwände und peripherische Masse des Kerns gewinnen dabei an Dicke was sie an Ausdehnung verlieren; die Oberfläche des Kerns bleibt glatt und ohne Falten. Es geht aus dieser Erscheinung hervor, dass der bläschenartige Kern nicht von einer festen Membran, sondern nur von einer membranartig ausgebreiteten Schichte zähflüssiger Substanz umhüllt ist, deren Theile gegen einander verschiebbar sind. Wie die Hülle einer Seifenblase kann sich demnach die Kernhülle ohne Faltenbildung einer Vermin-

derung, wie aus späteren Angaben zu ersehen, auch einer Vermehrung des umschlossenen Inhaltes accommodiren. Weiter ist ersichtlich, dass der Inhalt des Kerns aus zwei verschiedenen Theilen besteht: aus den Krystallen, welche entweder nur einer beschränkten Stelle, oder, falls der Kern ganz von ihnen erfüllt ist, allseitig der Kernhülle unmittelbar anliegen; und aus einer plasmaartigen Substanz (Kernsubstanz), welche alle Räume zwischen den Krystallen als Fachwände (nach der Auflösung der Krystalle als Vacuolenwände), und in nicht allseitig von Krystallen erfüllten Kernen den Raum zwischen diesen und der Kernhülle einnimmt. Die mehr consolidirte Oberfläche dieser Substanz selbst stellt die Kernhülle dar. Ob zwischen ihr und dem unterliegenden Theile eine scharfe Grenze und erhebliche Verschiedenheiten in chemischer Beziehung bestehen, muss dahin gestellt bleiben.

Am schnellsten verändern sich in der angegebenen Weise die Kerne angeschnittener Zellen; langsamer die Kerne in den der Mitte eines Abschnittes näher gelegenen Zellen. Es wurde bei den darzulegenden Untersuchungen die Vorsicht gebraucht, stets nur auf solche Kerne das Augenmerk zu richten, in welchen sich die Krystalle bis zur Beifügung eines Reagens noch vollkommen erhalten hatten. Die Veränderungen der Krystalle und Kerne wurden sodann Schritt für Schritt verfolgt, und nicht bloss aus den Zuständen vor und nach der Einwirkung des Reagens auf die Wirkungsweise desselben geschlossen. Sollte nach der Einwirkung eines Reagens ein anderes, z. B. nach einer Säure ein Alkali oder umgekehrt in Anwendung gebracht werden, so wurde das erstere je nach Umständen entweder unmittelbar durch das folgende, oder durch Wasser verdrängt, indem dieses auf der einen Seite des Deckglases bei fortwährender Aufmerksamkeit auf die sich einstellenden Veränderungen tropfenweise zugesetzt und sein Vordringen durch Application von Filtrirpapier auf

der anderen Seite des Deckglases unterstützt wurde. Dabei war es mitunter nothwendig, das Deckglas mit der Nadel etwas zu lüften, um den Schnitt allseitig von der neu zugegebenen Flüssigkeit umspült zu sehen, ja selbst, um vollständig sicher zn gehen, das Deckglas zu entfernen, sobald die neu eintretenden Veränderungen stabil geworden waren, und dann den Schnitt direkt mit dem betreffenden Medium zu behandeln. Dieses Verfahren wurde namentlich immer eingehalten, sobald es sich darum handelte, eine Säure oder ein Alkali auszuwaschen. Durch Application von Reagenspapier in der unmittelbaren Nähe des Schnittes wurde der Fortgang der Behandlung und die endliche Erreichung des Zweckes controlirt. Es wird an betreffender Stelle im Folgenden angegeben werden, auf welche Kriterien hin das Urtheil über eine bestimmte Veränderung gebaut, die Lösung z. B. von der blossen Ausgleichung der optischen Differenzen zwischen Krystall und Medium u. s. w. unterschieden wurde.

Um keinen Weg unversucht zu lassen, auf welchem es möglich schien, Reagens und Krystalle vor einer Veränderung dieser durch den Zellsaft in Berührung zu bringen, fertigte ich einerseits Schnitte an, nachdem das Reagens selbst auf das Messer gebracht war, so dass es im Augenblicke der Durchschneidung selbst in die Zellen eindringen konnte; andererseits legte ich in die betreffenden Reagentien unversehrte Samenknospen, in deren Zellen somit eine Störung in der Disposition des Inhaltes erst durch die Einwirkung des Reagens selbst und nicht durch vorhergehende andere Einflüsse hervorgerufen werden konnte. Die nach solcher Behandlungsweise an den Kernen wahrgenommenen Veränderungen dienten als Controle für das anderwegs gewonnene Urtheil über die Wirkungsweise eines Reagens.

So wünschenswerth es gewesen wäre, die Krystalle oder ihre Substanz isoliren und so unmittelbar der che-

mischen Untersuchung unterwerfen zu können, so vergeblich waren alle Versuche, welche dieses Ziel anstrebten. Es lassen sich zwar die Kerne durch Präparation isoliren, aber nicht ohne dass die Krystalle dabei selbst wieder Veränderungen erleiden. Um die Krystallsubstanz für sich zu gewinnen, wurden verschiedene Lösungsmittel angewendet, in der freilich sehr geringen Hoffnung, beim Verdunsten derselben die Substanz wieder in Krystallen sich abscheiden zu sehen, wie mir das für die Substanz der Dotterplättchen, MASCHKE für die Substanz der Aleuron-Krystalle geglückt ist (sieh unten). Alle darob angestellten Versuche blieben ohne günstiges Resultat, zweifelsohne wegen sehr leichter Zersetzbarkeit der Krystallsubstanz. —

Wasser löst die Krystalle auf. In unverletzten Zellen sieht man unter seinem Einflusse dieselben Veränderungen, wie sie eben für die Einwirkung des Zellsaftes auf den Kern beschrieben wurden, aber in rascherer Aufeinanderfolge, auftreten. Die Krystalle werden allmälig kleiner und verschwinden endlich gänzlich; an ihrer Stelle erscheinen Vacuolen, deren Scheidewände an der Oberfläche des Kernes als ein Maschennetz von Plasmafäden erscheinen, häufig mit eingestreuten kleinen Körnchen besetzt; in vielen Kernen, namentlich jüngeren, wird zugleich das Kernkörperchen jetzt sichtbar (Fig. 3. a, b). Je nach der Aggregationsweise der Krystalle wechselt die Form dieses Maschennetzes. Liegen die Krystalle in Reihen neben einander auf ihren schmalen Seitenflächen, so sind auch die Maschenräume reihenweise gestellt und besitzen eine geringe Breite, so dass sie wenig mehr als zwei oder drei Krystalle in sich gefasst zu haben scheinen (vergl. Fig. 4. b; 5. c; 6. und die Figurenerklärung). Waren die Krystallpaquete mit ihren breiten Flächen gegen die Oberfläche des Kernes gekehrt, so zeigen auch die Maschenräume grösseren Umfang und mehr radiäre Anordnung (Fig. 3. a, b; Fig 4. a). Der

Lösung der Krystalle geht in manchen Kernen eine Abrundung derselben und ein Verschwimmen der Einzelgestalten zu einer knolligen Masse vorher, wie wir das später auch bei der Einwirkung nicht lösender Agentien wieder finden werden (vergl. Fig. 7.).

Nach der Lösung der Krystalle rundet sich der Kern meist ab und gleicht die unregelmässigen Vorsprünge seines Umrisses aus, welche der nachgiebigen Hüllmasse die starren Krystalle aufgenöthiget hatten. Sobald dann die Lösung aus dem Kerne zu exsudiren beginnt, verkleinert sich der Kern vor den Augen des Beobachters bald mehr, bald weniger, entweder unter Beibehaltung der bis dahin wahrnehmbaren Anordnung seiner Substanz (Fig. 3. a, b), oder indem er gänzlich zu einem kleinen, etwas vacuoligen und granulirten Ballen von kaum dem dritten Theile seiner früheren Grösse zusammenschrumpft (Fig. 3. c). Das Letztere ist namentlich häufig der Fall in den vom Schnitte verletzten Zellen am Rande des Präparates, in welchen das Wasser schneller und energischer auf den Kern einwirkt. In unverletzten Zellen nimmt der Ablauf der beschriebenen Veränderungen bis zu einer halben Stunde Zeit in Anspruch. Wird Jodlösung auf den entleerten Kern applicirt, so färbt sich die zurückgebliebene granulirte Hüllmasse des Kernes (Kernhülle und ihr anliegende Kernsubstanz), sowie die Maschenfäden gelb; über den Vacuolen tritt da, wo die Krystalle unmittelbar der Kernhülle angelegen waren, keine Färbung auf, da die Kernhülle für sich zu dünn ist, um eine solche deutlich in Erscheinung gelangen zu lassen.

In manchen Kernen scheint keine vollkommene Entleerung von der gelösten Krystallsubstanz zu Stande zu kommen, sie bleiben gleichförmiger lichtbrechend (Fig. 6.) und behalten ein gummi-ähnliches Aussehen. Zugleich werden sie blass granulirt und schmutzig gelblich. Es scheint dieses Verhältniss von einer Veränderung, wahrscheinlich Gerinnung, der Hüllmasse

des Kernes abhängig zu sein. Solche Kerne werden durch Jod intensiv gelb oder gelbbraun gefärbt und zwar nicht bloss ihre Hüllmasse, sondern, wie aus der Intensität der Farbe und durch verschiedene Einstellung zu erkennen, in all ihren Theilen. In anderen Kernen (vorgerückteren Alters?) erhalten sich bisweilen die Krystalle wohl auch unverändert, so viel ihre Gestalt betrifft, und werden nach längerem Liegen in Wasser schmutzig gelblich. Jod färbt solche Krystalle intensiv gelbbraun, stärker als die umgebende Kernsubstanz. Es scheint der Schluss gerechtfertiget, dass diese Krystalle in einen ähnlichen unlöslichen Zustand übergegangen waren, wie ein solcher durch Einwirkung bestimmter, im Folgenden zu nennender Agentien künstlich hervorgerufen werden kann. —

Jodlösung (es ist darunter immer, wenn sie nicht ausdrücklich als „alkoholische Lösung“ oder „Jodtinktur“ bezeichnet wird, eine Lösung von Jod und Jodkalium in Wasser verstanden) färbt die Substanz der Krystalle gelbbraun, intensiver als die übrigen Theile des Kernes. Kommt die Jodlösung zur Einwirkung auf den Kern, ehe die Krystalle in demselben sich verändert haben, so bleibt ihre Gestalt häufig auch dann annäherungsweise erhalten, oder die Krystalle runden sich ab und backen zu einer klumpig-knolligen, einem Gummiballen ähnlichen Masse zusammen (vergl. Fig. 7.), wie das bei der Einwirkung von Wasser vor der vollständigen Lösung ebenfalls wahrgenommen wird. Die Krystallmasse wird dabei gelbbraun gefärbt. Haben sich die Krystalle vor der Einwirkung des Jodes ganz oder theilweise schon gelöst, so färbt sich die Lösung, welche die Vacuolenräume des Kernes erfüllt, in gleicher Weise. Die Hüllmasse des Kernes wird gelb gefärbt und von ihr scheint hauptsächlich das granulöse Aussehen herzurühren, welches solche Kerne meist annehmen. Zugleich gerinnt die Hüllmasse, ähnlich wie der Plasmabeleg einer Zelle durch die Einwirkung von Jod, wird buchtig-faltig,

und die Lösung der Krystalle scheint nunmehr schwerer aus dem Kerne zu exsudiren[1]). An Kernen, welche von der Jodlösung erst erreicht werden, nachdem die gelöste Krystallsubstanz dieselben bereits verlassen hat, wird natürlich nur mehr die Hüllmasse gelb gefärbt und coagulirt, granulös und runzelig; die Maschenräume erscheinen an ihnen leer und ungefärbt. —

Bei der Einwirkung von Glycerin fanden ungefähr dieselben Veränderungen der Kerne statt, wie bei der Einwirkung von Wasser bis zu dem Punkte, auf welchem sie gleichmässig hyalin erscheinen (Fig. 6.). Mitunter erhält die Oberfläche des Kernes dabei ein buchtig-grubiges Aussehen, gleich der Oberfläche einer Zelle, in welcher (wie bei Einwirkung von Zuckerlösung z. B.) an vielen Punkten zugleich eine Lostrennung des Primordialschlauches begonnen hat. Diese Unebenheiten gleichen sich alsbald wieder aus, indem der Kern sich mehr und mehr aufbläht, so dass er oft den dritten Theil des Zellraumes bedeckt. Er wird dabei immer blasser hyalin, einem abgeplatteten Plasmatropfen ähnlich, d. h. die Differenzen in der Lichtbrechung zwischen ihm und dem umgebenden Medium gleichen sich mehr und mehr aus, und dann und wann treten blasenförmige Ausstülpungen an seiner Peripherie hervor. Unterdessen hat sich meist auch der Plasmabeleg der Zellwand (Primordialschlauch) von dieser abgezogen und ist zu einem oder mehreren Tropfen in der Zelle zusammengeflossen, welche sich allmälig mit dem Glycerin vermischen, zahlreiche Vacuolen in sich entstehen lassen und endlich (nach mehreren Stunden) einem gleichmässigen Inhalte wieder Platz machen. Die Contouren des Kernes werden dabei immer zarter und blasser.

---

1) In manchen Fällen hatte es das Ansehen, als werde auch die Lösung der Krystallsubstanz granulös gefällt oder coagulirt.

Man darf sie nie aus dem Auge gelassen haben, um den Kern in dem veränderten Zellinhalte noch wahrzunehmen.

Auf Zusatz von Jod färbt sich nun der Inhalt aller Zellen gleichmässig gelbbraun und wird trüb, körnig- oder flockig-grumös, besonders zunächst der Zellmembran. In vielen Zellen finden sich an der oberen Zellwand, einen kaum der ursprünglichen Grösse des Kernes entsprechenden Raum an ihr einnehmend, einem geronnenen contrahirten Primordialschlauche ähnliche, hautartige, faltige Gebilde, an welchen mitunter bei günstiger Lage deutlich jenes Maschenwerk sich erkennen lässt, das die Krystalle in den Kernen umfasst. Kurz, es sind das die Reste des Zellkernes. Dass von der Krystallsubstanz Nichts mehr in denselben zurückgeblieben ist, bekundet neben ihrem verschrumpft-leeren Aussehen die durch Jod ihnen ertheilte Färbung, welche nicht intensiver ist, als die der körnig-flockigen Gerinnsel des Zellplasmas und, wie an den Maschenräumen deutlich zu sehen, sich nicht auf den inneren Raum zugleich bezieht. Diese Reste sind also lediglich die Hüllmassen der Kerne, welche auf die Einwirkung des Jodes bis unter den ursprünglichen Umfang des Kernes sich wieder zusammengezogen haben. Dass diese Kernreste nicht in allen Zellen wahrzunehmen sind, kann nicht auffallen, da sie während der vorausgehenden Veränderungen häufig von der oberen Zellwand sich ablösen und in ungünstigerer Lage nun durch die netzförmigen Verdickungen oder durch zufällige Falten der Zellmembran und durch die Gerinnsel im Zellinhalte leicht verdeckt werden.

Aus der ganzen Reihe dieser Erscheinungen geht hervor, dass die Krystalle sich vollkommen in dem die Zelle erfüllenden Glycerin gelöst haben. Die Substanz kann wenigstens nach der Einwirkung von Glycerin durch das färbende Jod im Kerne nicht mehr nachgewiesen werden. Ob ein Theil des körnig-grumösen Niederschlages, welcher auf die Einwirkung

von Jod im Zellinhalte entsteht, von der aus dem Kerne getretenen Krystall-Substanz herrührt, ist unmöglich abzusehen. —

Kaustisches Ammoniak wirkt sehr rasch auf die Kerne ein. Die Krystalle verschwinden; an ihrer Stelle wird mitunter das umgebende Maschennetz auf einige Zeit sichtbar; die Kerne vergrössern sich, werden häufig kreisrund und erscheinen nun wie ein blasser, wasserheller und sehr fein granulirter Plasmatropfen. Bei vielen gehen die Veränderungen noch weiter. Manche scheinen zu platzen, andere zerfliessen allmälig vor dem Auge des Beobachters; dabei schiessen schneller oder langsamer die oben beschriebenen Krystalle von phosphorsaurer Ammoniakmagnesia an. Jodlösung, wiederholt zugegeben unter allmäliger Entfernung des Ammoniaks oder nach vorhergehendem Auswaschen desselben durch Wasser, macht den Inhalt der Zellen dicht granulös und färbt ihn hell gelb. Nur in wenigen Zellen erscheinen leere verschrumpfte Kernhüllen (Hüllmassen), etwas stärker gelb gefärbt, als der übrige Zellinhalt. Intensiver tritt die Färbung durch Jod hervor, wenn das durch Wasser aus den verschiedenen Substanzen nicht vollkommen entfernte Ammoniak vorher durch Zugabe von verdünnter Salzsäure oder Essigsäure neutralisirt wird.

Es ist hieraus zu schliessen, dass die Krystalle in Ammoniak sich lösen und die Lösung den Kern verlässt. Theilweise scheint auch die Kernhülle selbst vom Ammoniak gelöst zu werden, wie die Erscheinung des allmäligen Zerfliessens glauben macht. —

Kaustisches Kali, in concentrirter Lösung, verwandelt die Krystallaggregate in klumpige, gummiartige Ballen, an deren Oberfläche grubige oder linienförmige Vertiefungen, in deren Innerem einzelne vacuolenartige Lücken die früheren Grenzen der Krystalle noch andeuten (Fig. 7.). Zugleich verkleinert sich der ganze Kern um etwas, besonders die Krystallmasse, bei welcher diess übrigens grösstentheils auf die

Abrundung ihrer Elemente zu rechnen sein mag. Häufig änderte die Krystallmasse dabei ihre Lage im Kerne und zog sich von dessen Hülle allseitig zurück.

Auf Zusatz von Wasser werden die so veränderten Kerne sehr rasch und vollständig aufgelöst. Der Zellinhalt wird feinkörnig und trübt sich bei fortgesetztem Auswaschen immer mehr (in vielen Zellen erscheinen dabei stäbchenartige Körnchen in Molekularbewegung). Nach dem vollständigen Auswaschen färbt Jod diesen trüben Inhalt gleichmässig gelb.

Die Krystalle lösen sich also in verdünnter Kalilauge, nicht aber in concentrirter.

Verdünnte Kalilauge direkt zur Anwendung gebracht, ruft dieselben Veränderungen hervor, wie Wasser nach Einwirkung von concentrirtem Kali. (Man sieht dabei häufig eigenthümliche, gelbliche, oft ziemlich grosse und dann bisweilen deutlich vier- oder sechsseitige Körnchen in dem veränderten Plasmabelege der Zellen hervortreten, deren Natur aber nicht näher erforscht werden konnte.) —

Kaustischer Baryt ruft ähnliche Veränderungen, wie die beiden vorigen Reagentien hervor. Er löst die Krystalle auf, meist unter Verschwinden zugleich der übrigen Theile des Kernes. —

Kohlensaures Kali, Natron und Ammoniak lösen ebenfalls die Krystalle. Nach längerem Liegen darin verschwinden meist auch die Kerne selbst. Mitunter erhalten sich aber nicht bloss die Kerne, sondern auch die Krystalle, welche dann schmutzig gelb oder gelbbraun gefärbt erscheinen.

Andere Alkalisalze (phosphorsaures Ammoniak, essigsaures Natron, schwefelsaures Kali, auch Chlorcalcium etc.) scheinen gleichfalls in der Regel die Krystalle zu lösen. —

In concentrirter Essigsäure (der Officinen) werden die Kerne unter Verschwinden der Krystalle durchaus hyalin, dehnen sich aus und runden sich ab. In ihrem Innern treten

Plasmastränge (Fig. 4. a) und an ihrer Oberfläche das Maschennetz hervor (Fig. 4. b). Die Hüllmasse wird fein granulirt und in ihr eingebettet erscheinen einige grössere Körnchen; zuweilen auch in der Mitte des Kernes ein Agglomerat solcher Körnchen oder ein einzelnes grösseres, nicht unähnlich einem Nucleolus, den Sammelpunkt für die von der Wand ausgehenden Fäden bildend (Fig. 4. a).

Wird nach so weit vorgeschrittener Veränderung Jodlösung zugefügt, so färben sich die Kerne unter Zusammenziehung in allen ihren Theilen intensiv gelbbraun.

Wird dagegen die Einwirkung der Essigsäure erneuert, so dehnen sich die Kerne noch weiter aus bis zu einem ganz enormen Grade, wobei sie immer durchsichtiger und von zarteren Linien umzogen werden. Beim Auswaschen mit Wasser ziehen sich die Kerne ziemlich rasch wieder nahezu auf ihr ursprüngliches Volumen zusammen, die Contouren der Hülle und die Plasmafäden treten wieder deutlicher hervor, aber die Maschenräume scheinen ihrem veränderten optischen Verhalten gemäss nicht mehr von Krystallsubstanz erfüllt zu sein. Die Anwendung von Jod bestätiget diess. Es werden durch dasselbe die Kernhüllen, die Maschenfäden und die durch Essigsäure sichtbar gemachten Körnchen gelb bis gelbbraun gefärbt, die Maschenräume aber bleiben ungefärbt, was namentlich da aufs deutlichste wahrgenommen wird, wo sie etwas seitwärts am Kerne liegen und die obere und untere Hälfte der gefärbten Kernhülle durch verschiedene Einstellung gesondert zur Anschauung gebracht werden kann.

Wird statt Wasser direkt Jodlösung zur Verdrängung der Essigsäure angewendet, so bleibt das Resultat ganz dasselbe.

Es lässt sich hieraus folgern, dass die Krystalle durch Essigsäure gleichfalls gelöst werden, die Lösung aber langsamer den Kern verlässt, als bei Einwirkung von Ammoniak oder verdünnter Kalilauge. Nicht immer jedoch erfolgt

die Lösung der Krystallsubstanz und ihr Ausscheiden aus dem Kerne erst auf wiederholte Zugabe von Essigsäure; ich habe sie, namentlich bei mässiger Verdünnung der Essigsäure, in manchen Kernen auch auf die erste Einwirkung vor sich gehen sehen, während in anderen Kernen desselben Schnittes die Krystallsubstanz durch Jod nachweisbar geblieben war. —

Gewöhnliche (dreibasische) Phosphorsäure wirkt ähnlich wie Essigsäure. Der ganze Kern quillt auf, nähert sich der kreisrunden Gestalt und erfüllt nun oft das halbe Lumen der Zelle. Dabei wird er vollständig wasserhell und lässt Plasmafäden und der Innenseite der Hülle anliegende Körnchen, wie bei der Einwirkung von Essigsäure, deutlich wahrnehmen. Manche Kerne scheinen zu platzen und nur die Hülle mit den anliegenden Körnchen zurückzulassen. Auf Zusatz von Wasser vergrössern sich die Kerne noch mehr und entziehen sich oft gänzlich dem Blicke. Nach dem Auswaschen mit Wasser weist Jod gelbgefärbte Kernhüllen nach, zugleich aber auch manchen wieder verkleinerten Kern, in welchem die Krystallsubstanz noch vorhanden ist und braun gefärbt erscheint. In diesen Kernen war die Wirkung der Phosphorsäure somit nicht bis zum Ende durchgeführt worden.

Auch in Phosphorsäure scheint demnach die vollständige Lösung der Krystallsubstanz, gleichwie in Essigsäure, etwas schwieriger vor sich zu gehen, als in den kaustischen Alkalien. —

Absoluter Alkohol ruft zunächst eine granulöse Trübung im Zellinhalte hervor und eine mässige Zusammenziehung der Kerne, welche nun schärfer gegen ihre Umgebung abgegrenzt erscheinen. Die Krystalle werden meist ohne Veränderung ihrer Form etwas kleiner, zugleich glänzend und ihre Ränder treten schärfer hervor, von dunkleren Linien umsäumt. Der übrige Kerninhalt, wo ein solcher neben den

Krystallen sichtbar ist, wird deutlicher und dunkler granulirt. Ebenso die Kernhülle (s. Fig. 5. a).

Jodlösung, nach Alkohol zur Anwendung gebracht, färbt die Krystalle ohne weitere Alteration intensiv gelbbraun, die übrigen Theile des Kernes lichter braungelb.

Werden mit Alkohol behandelte Schnitte in Glycerin gelegt, so erfahren die Krystalle keine weitere Veränderung, als dass sie durchsichtiger werden und von ihrer Umgebung wieder weniger scharf abgegrenzt erscheinen. Ihre Form wird nicht mehr alterirt.

In Ammoniak quellen die mit Alkohol behandelten Krystalle oft bis nahe auf das Doppelte ihres Durchmessers auf; die Ausdehnung wird bald stabil und kann durch weiteres Zugeben von Ammoniak nicht mehr vermehrt werden. Dem geht eine Ausdehnung des ganzen Kernes parallel. Dass die Hüllmasse des Kernes dabei nicht bloss mechanisch von der aufquellenden Krystallsubstanz ausgedehnt wird, geht daraus hervor, dass da, wo die Krystalle den Kern nicht vollkommen ausfüllen, auch im Zustande der grössten Ausdehnung proportionale Abstände zwischen der Kernhülle und den Grenzen der Krystalle sich erhalten. Wird das Ammoniak mit Wasser ausgewaschen, so ziehen sich Kern und Krystalle allmälig wieder zusammen und gehen endlich auf ihr früheres Volumen zurück.

In concentrirter Kalilauge verändern sich die Krystalle nach der Behandlung mit Alkohol kaum, nur scheinen sie bisweilen etwas abgerundet zu werden.

Verdünnung der Kalilauge mit Wasser macht sie nun rasch und sehr stark aufquellen, der Schätzung nach oft über das Doppelte ihres früheren Durchmessers. Sie werden dabei so durchsichtig, dass ihre Contouren oft schwer aufzufinden sind und leicht die Täuschung entstehen kann, die Krystalle seien gelöst worden. Nachdem diese Höhe der Ausdehnung erreicht ist, zieht weiterer Zufluss von Wasser eine allmälige

Verkleinerung nach sich, welche übrigens langsamer vor sich geht, als nach der Einwirkung von Ammoniak; erst nach mehrstündiger Einwirkung bringt Wasser die Krystalle wieder ziemlich auf ihr ursprüngliches Volumen zurück.

Essigsäure nach Alkohol angewendet macht die Krystalle gleichfalls stark aufquellen. Geringer Zusatz von Wasser erhöht meist die Wirkung, fortgesetzter Zufluss hebt sie allmälig wieder auf.

Nach allen diesen Einwirkungen färbt Jodlösung die Krystalle, wie vor denselben, intensiv gelb bis gelbbraun und bewirkt, wenn sie noch ausgedehnt sind, rascher ihre vollkommene Verkleinerung. Nach der Einwirkung von Alkalien tritt die Färbung durch Jod natürlich nur dann ein, wenn das Alkali vollkommen ausgewaschen ist; wenn nicht, so macht ein geringer Zusatz von verdünnter Schwefelsäure die Farbe lebhaft hervortreten.

Nicht immer erhält sich bei der Einwirkung von Alkohol in allen Kernen eines Schnittes oder an allen Krystallen eines Kernes die Krystallgestalt unverändert. Oft werden die Krystalle unter Verkleinerung abgerundet und erscheinen nun klumpig zusammengeballt, oder sie werden gummi-artig und fliessen selbst häufig an die Seite des Kernes zu einer homogenen, hyalinen, oder auch körnig trüben und sehr feinvacuoligen Masse zusammen (Fig. 5. b). Gleichzeitig wird dann der übrige Theil des Kernes stark granulirt und das Maschennetz oft sehr deutlich sichtbar (Fig. 5. c). Die so ihrer ursprünglichen Form entkleidete Krystallmasse verhält sich übrigens gegen die angeführten weiteren Einflüsse ganz ebenso wie in ihrer Form erhaltene Krystalle.

Es ist somit einleuchtend, dass Alkohol der Substanz der Krystalle, bald mit, bald ohne Veränderung ihrer jeweiligen Form die Löslichkeit in Glycerin, Ammoniak, diluirtem Kali

und Essigsäure benimmt, sie von einem löslichen in einen unlöslichen Zustand überführt. Dieses Verhältniss hat die schlagendste Aehnlichkeit mit der Coagulation des Albumins durch wasserfreien Alkohol.

Das Verhalten der mit Alkohol behandelten Krystalle gegen Ammoniak, Kalilauge, Essigsäure stimmt vollkommen überein mit dem Verhalten der Reichert'schen Albuminal-Krystalle[1]), welche nach Lehmann's Untersuchungen nichts Anderes sind, als durch Alkohol ohne Veränderung ihrer Gestalt coagulirte (gewissermassen in Afterkrystalle umgewandelte) Hämatokrystallin-Krystalle (man vergl. hierüber das im II. Abschnitte Mitgetheilte).

Wie die Untersuchung im polarisirten Lichte zeigt, so haben die Krystalle von *Lathraea* durch die Einwirkung des Alkohols mit der Löslichkeit zugleich das Vermögen doppelt zu brechen verloren, haben also in der That aufgehört Krystalle zu sein. Wenn im folgenden der Kürze halber der Ausdruck „coagulirte Krystalle" mehrfach gebraucht wird, so ist deshalb darunter immer zu verstehen: unter Erhaltung der Krystallgestalt coagulirte Substanz der Krystalle.

Dass die Gestalt der Krystallplättchen von *Lathraea* bei der Coagulation durch Alkohol sich nicht immer erhält, scheint einfach darin seinen Grund zu haben, dass durch den Zellsaft die Verflüssigung derselben in der früher beschriebenen Weise eingeleitet oder auch durchgeführt, ja die Lösung wohl selbst theilweise aus dem Kern entfernt wird, ehe der Alkohol mit den Kernen in Berührung kömmt. —

Jodtinktur bringt dieselben Veränderungen hervor, wie Alkohol und Jodlösung in Aufeinanderfolge. —

---

1) S. Mueller's *Archiv* 1849. p. 197.

Aehnlich wie Alkohol wirkt Siedehitze auf die Krystalle ein.

Schnitte, welche auf dem Objektträger in Wasser gekocht werden oder, was die Untersuchung vereinfacht, von gekochten Samenknospen entnommen werden, zeigen die Krystalle in vielen Kernen vollkommen in ihrer Form erhalten, nur theilweise etwas verkleinert, mitunter die Ecken und Kanten etwas abgerundet oder verbogen. Die Krystalle sind dabei entweder noch vollkommen homogen, pellucid und zugleich gelblich glänzend (namentlich fand ich sie regelmässig so in den Zellen am Chalaza-Ende der Samenknospe), oder schmutzig gelb, grob granulirt und deshalb dunkler und undurchsichtig. In anderen Kernen erscheinen die Krystalle bald in der Mitte des Kernes, bald am Rande desselben zu einer unregelmässig gestalteten, schmutzig gelben und dunkel granulirten Masse zusammengeflossen. Der übrige Inhalt des Kernes ist gleichfalls granulirt; ebenso die etwas zusammengeschrumpfte Kernhülle mit runzelig verbogener Contour.

Am schönsten erhält sich die Krystallform (beim Kochen wie bei der Einwirkung von Alkohol) in den Kernen am schneckenförmigen Chalaza-Ende der Samenknospe, da, wo die Zellen von der mehr kubischen in eine gestreckte Form übergehen. Schnitte aus dieser Gegend wurden deshalb auch meist für die weitere Untersuchung der Krystalle ausgewählt. Ob dieses Verhalten in einer geringeren Durchdringbarkeit der betreffenden Zellkerne für den vor der Coagulation Veränderungen herbeiführenden Zellsaft, oder in einer grösseren Widerstandsfähigkeit dieser Krystalle selbst begründet sei, muss dahin gestellt bleiben.

Die gekochten Krystalle haben die Fähigkeit verloren, das Licht doppelt zu brechen.

Sie färben sich durch Jodlösung erst gelb und allmälig intensiv gelbbraun.

Sie erhalten sich nun vollständig in Glycerin, welches sie nur etwas durchsichtiger macht. (Sie lassen sich darin aufs zweckmässigste nach Art der mikroskopischen Präparate auf beliebig lange Zeit aufbewahren.)

In Ammoniak, in diluirtem Kali, in Essigsäure quellen sie in verschiedenen Graden auf, ohne sich zu lösen, am stärksten (durchschnittlich etwa um die Hälfte ihres Durchmessers) in Kali, stets aber in viel geringerem Masse als in den gleichen Medien die durch Alkohol unlöslich gemachten Krystalle. Das Mass der Ausdehnung scheint zugleich verschieden zu sein je nach der verschieden langen Einwirkung der Siedehitze.

Auch durch Siedehitze also wird die Substanz der Krystalle aus einem löslichen in einen unlöslichen Zustand übergeführt mit oder ohne (vorausgehende) Veränderung der Krystallgestalt.

Dieser Vorgang findet seine Parallele in dem Verhalten der Proteinkörper im Allgemeinen gegen Siedehitze, welche fast alle durch Kochen coagulirt werden.

Es scheinen verschiedene Grade der Coagulation zu bestehen, wie aus dem graduell verschiedenen Aufquellen der coagulirten Krystalle in anderen Agentien geschlossen werden mag. Es mag damit die Umbildung des Eiweisses in weiche oder harte Coagula je nach der kürzeren oder längeren Einwirkung des coagulirenden Einflusses verglichen werden.

Den bisherigen Angaben über das Verhalten der coagulirten Krystalle ist noch folgendes Nähere beizufügen[1]):

Wird nach der Ausdehnung der Krystalle durch Ammoniak oder Kali statt durch Auswaschen mit Wasser das Alkali

1) Es gilt dasselbe der Hauptsache nach sowohl für die durch Alkohol als die durch Siedehitze coagulirten Krystalle und wurde, wo die Umstände es verlangten, an frei präparirten, mit der Nadel isolirten Kernen eruirt.

durch Neutralisation mit Essigsäure entfernt, so verkleinern sich die Krystalle rasch bis auf ihr voriges Volumen. Wird noch mehr Essigsäure zugegeben, so vergrössern sie sich nun wieder in einem Grade gleich als ob Essigsäure ursprünglich zur Anwendung gekommen wäre. Bei umgekehrter Ordnung in der Einwirkung von Essigsäure und Ammoniak oder Kali verhält sich die Sache ähnlich: der meist mässigen Ausdehnung durch Essigsäure folgt erst eine Zusammenziehung und dann erst eine stärkere Ausdehnung durch das überschüssige Alkali.

Auch caustischer Baryt bewirkt eine Ausdehnung, aber schwächer als Ammoniak oder diluirtes Kali.

Eine ähnliche Ausdehnung der Krystalle wie Essigsäure ruft auch verdünnte Salzsäure hervor. Ebenso verdünnte Schwefelsäure, schwefelsäurehaltiger Alkohol, kalihaltiger Alkohol und Salpetersäure. Die letztere färbt die Krystalle gelb (vergleiche unten).

Alle diese Erscheinungen können an ein und demselben Krystallaggregate beliebig oft hervorgerufen werden, und treten bei beliebiger Aufeinanderfolge der einwirkenden Agentien immer gleichmässig in der jedem entsprechenden Weise auf. Sie stimmen also durchaus überein mit den Erscheinungen, welche REICHERT an den coagulirten Hämatokrystallin-Krystallen beobachtet hat (vergleiche unten).

Die in Alkohol coagulirten Krystalle quellen nicht nur stärker auf, sie ziehen sich andererseits beim Auswaschen des quellenden Mediums auch später, langsamer und unvollständiger zusammen als die in der Siedehitze erhärteten.

Wird ein gekochter Schnitt in einem seine Ränder nur wenig überragenden Tröpfchen Wasser unter Deckglas gebracht und nun concentrirte Kalilauge zugesetzt, so erfolgt im Augenblicke der Vermischung beider Flüssigkeiten eine plötz-

liche, starke Ausdehnung der Krystalle, im nächsten Momente aber schon wieder eine eben so rasche Zusammenziehung, sobald nämlich die den Schnitt umspülende Flüssigkeit nahezu den Concentrationsgrad der reichlich zutretenden Kalilauge erhalten hat. Es geht daraus hervor, dass nur Alkali von bestimmter Concentration die Ausdehnung in ihrem höchsten Maasse bewirkt, weder concentrirteres noch verdünnteres, ebenso wie wir gesehen haben, dass nur Alkali von bestimmter Concentration die nicht coagulirten Krystalle zur Lösung bringt.

Werden die durch Alkohol coagulirten Krystalle längere Zeit, wenigstens so lange unter Deckglas der Einwirkung concentrirter Kalilauge ausgesetzt, bis diese kohlensauer geworden ist, mit Salzsäure braust, und Krystalle von kohlensaurem Kali sich in der Flüssigkeit eingefunden haben, so scheinen die Afterkrystalle nun etwas weniges aufgequollen zu sein und bei Zugabe von Wasser lösen sie sich nunmehr meist rasch und vollständig, so dass nach dem Auswaschen keine Spur derselben mehr durch Jod nachgewiesen werden kann. Dass es nur die längere Einwirkung der Kalilauge ist, nicht ihr Kohlensauer-werden, was die Krystalle nun zur Lösung disponirt, geht daraus hervor, dass kohlensaures Kali, selbst nach Tage langer Einwirkung, weder für sich, noch bei Zugabe von Wasser die coagulirten Krystalle verändert. Durch Kochen coagulirte Krystalle lösen sich unter den obigen Verhältnissen in der Regel nicht, dehnen sich aber stärker aus als nach momentaner Einwirkung von Kalilauge.

Beim Kochen mit Kalilauge zerfliessen die coagulirten Krystalle (nach vier- bis fünfmaligem Aufkochen) zu schmutzig gelben Tropfen, welche sich in Wasser lösen. Einzelne Krystalle, welche der Einwirkung des Kali bis dahin noch widerstanden haben, lösen sich nun gleichfalls in Wasser. Vollständige Lösung erfolgt auch bei noch länger fortgesetztem Kochen. Am schnellsten scheinen jene Krystalle durch das

Kali angegriffen zu werden, welche nach dem Coaguliren homogen und pellucid geblieben waren[1]).

Die coagulirten Krystalle erhalten sich in ihrer Gestalt auch nach dem Austrocknen der Zellen. —

Mässig verdünnte Schwefelsäure (3 Theile englische Schwefelsäure und 1 Theil Wasser) macht die Krystalle zu einer gummi-artigen, häufig lückigen, schwach granulirten Masse zusammenfliessen, die sich bald braun färbt und zuletzt einen Stich ins Violette erhält. Die coagulirten Krystalle werden dadurch stark aufgequellt, gummi- bis öltropfenartig von Ansehen, erst gelblich, später blass rosenroth oder rauchfarben. Beim Auswaschen, oder sobald die Schwefelsäure Wasser anzieht, gehen die Krystalle auf ihr früheres Volumen zurück. Beim Erwärmen mit verdünnter Schwefelsäure werden sie zersetzt und aufgelöst.

Concentrirte Schwefelsäure verändert die coagulirten Krystalle in ganz ähnlicher Weise. Sie bedingt für sich (ohne Erwärmen) nach 22 stündiger (und selbst mehrtägiger) Einwirkung keine Zerstörung derselben. Sie macht anfangs die Kernhüllen und das Maschennetz sehr deutlich hervortreten. —

Zucker und Schwefelsäure. Zuckersyrup macht die Kerne etwas kleiner, ihre Oberfläche grubig, die Krystall-

---

1) Das Fett der Endospermzellen wird beim Kochen des Schnittes mit Kalilauge verseift und bildet nun eine beim Zerdrücken schuppig-krystallinisch erscheinende, grumöse, schmutzig gelbliche Masse, welche sich in Wasser, Aether, weniger sicher auch in Alkohol löst, unter Zurücklassung sehr vereinzelter sternförmiger Krystallschüppchen, welche wahrscheinlich die Verbindung eines besonderen fetten Körpers mit Kali sind. Die Bildung der Seife geht auch bei längerem Liegen in kalter Kalilauge vor sich, und nimmt dieselbe in den mit Alkohol behandelten und ohne Auswaschen in die Kalilauge gebrachten Schnitten, wahrscheinlich in Folge allmäliger Verdunstung des Alkohols, oft die wunderlichsten stabähnlichen, Filaria-artig geschlungenen oder Spirulinen-artig gedrehten oder kuglig hohlen Formen an.

haufen werden klumpig, zum Theile selbst diffus, sehr durchsichtig, doch lassen sich da und dort, wenn auch mit Mühe, noch einzelne scharfe Ecken und Kanten wahrnehmen.

Schwefelsäure dehnt nun die Kerne wieder aus und färbt sie rosenroth, wobei in einzelnen noch undeutlich Krystalle in ursprünglicher Gestalt zu erkennen sind, gleichfalls gefärbt.

Die coagulirten Krystalle macht Syrup mit der Zeit sehr durchsichtig. Nachfolgende Behandlung mit mässig verdünnter Schwefelsäure färbt nun die Krystalle aufs schönste und überraschendste intensiv und rein carminroth, den übrigen Theil des Kernes dagegen nur blassroth. Die Krystalle verändern sich dabei weder in Rücksicht auf ihre Gestalt noch auf ihr sonstiges Aussehen. Diejenigen, welche homogen und durchsichtig waren bleiben so, die granulirten aber bleiben granulirt. Da wo die Krystalle unter vorausgehendem Verluste ihrer Gestalt geronnen waren färbt sich das unbestimmt geformte Coagulum ebenso wie in anderen Kernen die Afterkrystalle. Nach 2 Stunden wird die Farbe blasser und zieht ins Violette. Nach 18 Stunden ist sie schmutzig bläulich-violett. Der Plasmabeleg der Zellwand färbt sich nur blass und vorübergehend rosenroth. —

Salzsäure. In verdünnter Salzsäure (der Officinen) ziehen sich Kerne und Krystallaggregate etwas zusammen. Die Umrisse der letzteren bleiben theilweise erhalten, während die Grenzen der einzelnen Krystalle verschwinden; theilweise verzieht sich die Form der Aggregate mehr, indem die Krystalle in einander fliessen zu einer kleisterartigen, hyalinen Masse, welche in ihrem Innern vacuolenartige Lücken (frühere Zwischenräume zwischen den einzelnen Krystallen) umschliesst (Fig. 8.). Bei längerer Einwirkung wird die Contraction der Masse stärker und sie erhält eine rauchgelbe Farbe. Auswaschen mit Wasser macht die Kerne wieder etwas grösser und lichter.

Aehnlich, nur intensiver, wirkt concentrirte Salzsäure. Die Kerne quellen erst flüchtig auf, werden theilweise granulirt, sodann rauchbraun bis tief schwarzbraun gefärbt und zu kleinen runden Ballen contrahirt, in denen hin und wieder die Umrisse einzelner Krystalle noch zu erkennen sind. Beim Auswaschen mit Wasser quellen die Kerne etwas auf und werden lichter braun. Ammoniak löst sie nicht.

Durch Siedehitze oder Alkohol coagulirte Krystalle quellen in concentrirter Salzsäure etwas auf und werden schmutzig gelb- oder röthlichbraun. Beim Erwärmen schmelzen sie in eine gummi- oder ölartige Masse zusammen, erhalten erst eine schmutzig violette und nach mehrmaligem Aufkochen eine schön bläulich violette Farbe und verschwinden endlich gänzlich. Es gelingt nicht bei jedem Versuche die letztere Färbung deutlich zur Anschauung zu bringen; sie scheint nur bei einem bestimmten Grade der Einwirkung hervorzutreten und dieser Moment unmittelbar von der Lösung der Krystalle gefolgt zu sein. Die netzförmig oder porös verdickten Theile der Zellen werden hiebei gelb bis schmutzig braun gefärbt. —

Salpetersäure (von 1, 3. sp. G.) verwandelt die Krystallaggregate in eine gummiartige, bald reiner, bald schmutziger gelb gefärbte, oft dunkel granulirte Masse (Coagulum), in welcher nur selten eine Krystallcontour, wohl aber der frühere Umriss des ganzen Aggregates annäherungsweise erhalten bleibt.

Durch Alkohol oder Siedehitze coagulirte Krystalle quellen in Salpetersäure mässig auf und werden blass citronengelb. Selbst nach 24stündiger Einwirkung tritt keine weitere Veränderung hervor. Beim Erwärmen aber werden die Krystalle vacuolig, erblassen und lösen sich schon bei der ersten Gasentwicklung, welche vom Schnitte aus Platz greift, auf. Beim Auswaschen mit Wasser gehen die Krystalle auf ihr früheres Volumen zurück und erscheinen nun satter gelb, lösen sich aber nicht. Wird nach dem Auswaschen diluirtes Kali

zugefügt, so werden die Krystalle unter ziemlich starkem Aufquellen orangegelb gefärbt. Weiterer Zusatz von concentrirtem Kali ändert die Farbe in's Braungelbe um. Hat die Kalilauge längere Zeit (bis zum Kohlensauer-werden) eingewirkt, so macht nun Wasser die Krystallaggregate rasch zu blassgelben Tropfen aufquellen, welche die Zellen bald nahezu ausfüllen und zuletzt gänzlich verschwinden — so dass die Krystallmasse gelöst zu sein scheint. Auch die verdickten Theile der Zellmembranen werden hiebei orangegelb gefärbt. —

Millon'sches Reagens. Die Krystallformen verschwinden theils bei der ersten Einwirkung (wobei die Wirkung des Zellsaftes mit betheiliget sein mag), der Kern wird einem Plasmatropfen ähnlich, dann stark granulirt und rauchgelb (ähnlich wie durch Salpetersäure), theils bleiben sie ziemlich erhalten unter klumpig Werden der Aggregate. In beiden Fällen wird die Krystallsubstanz beim vorsichtigen Erwärmen braunroth, von der Farbe getrockneten Blutes. Bei weiterem Erwärmen bis zu lebhafter Gasentwicklung blasst die Farbe der Kerne zum durchscheinend Braungelben ab. Das Wandplasma der Zellen wird dabei schmutzig röthlichbraun, beim weiteren Erwärmen aber wieder entfärbt.

Durch Alkohol oder Siedehitze coagulirte Krystalle werden durch das Millon'sche Reagens ohne Erwärmen nach einiger Zeit gleichfalls braunroth. Da wo die Krystalle sehr dünn übereinander liegen, hat die Farbe einen deutlichen Stich in's Violette. Beim Erwärmen wird sie mehr gelbroth. —

Aehnlich wie durch Salpetersäure und das Millon'sche Reagens werden die Krystalle auch durch salpetersaures Quecksilberoxyd, nach vorausgehendem Verluste ihrer Form (Wirkung des Zellsaftes), coagulirt, heller oder dunkler granulirt und gelblich gefärbt. Die Coagula werden in Glycerin durchsichtiger, verändern sich aber nicht weiter. —

Sublimat nähert sich in seinen Wirkungen, so weit sie

dem Auge wahrnehmbar, der Siedehitze. Er führt die Krystalle, wahrscheinlich indem er mit ihrer Substanz eine Verbindung eingeht, in einen unlöslichen Zustand über, oft nach vorausgegangener geringerer oder bedeutenderer Alteration ihrer Form und Grösse (Wirkung des Zellsaftes!), macht sie zum Theile granulirt und färbt sie gelblich bis dunkel schmutzig gelbbraun bei längerer Einwirkung. Auf Zusatz von Wasser, und noch mehr von Glycerin, werden sie heller, verändern sich aber sonst nicht. In Essigsäure quellen sie auf, werden dadurch heller, lösen sich aber nicht. Ebensowenig in Kali. Der umgebende Kern-Inhalt wird granulös, auch in Kernen, in welchen die Krystalle homogen bleiben. Der Umfang des Kernes wird etwas vermindert, das Maschennetz, indem seine Fäden granulös werden, oft sehr deutlich. Der Plasmabeleg der Zellwand wird gleichzeitig in rundlichen, kleinen Oeltröpfchen ähnlichen, dunkel braungelben Körnern coagulirt. —

Aehnlich führt auch salpetersaures Silberoxyd die Krystalle in einen unlöslichen Zustand über, mit oder ohne Formveränderung, macht aber den übrigen Kerninhalt weniger und feiner granulirt als Sublimat. Beim Auswaschen mit Wasser wird der Kern kleiner, verändert sich aber nicht weiter, auch nicht in Glycerin. Aus dem Plasma der Zellen schlagen sich schwarze Flocken nieder; daneben Körnchen, welche kleinen Oeltröpfchen gleichen und beim Auswaschen mit Wasser verschwinden. —

Manche andere Metallsalze scheinen insgleichen die Krystallmasse unter bald grösserer bald geringerer Veränderung ihrer Form — je nachdem sie langsamer oder rascher in die Zellen eindringen und mit den Kernen in Berührung kommen — in einen unlöslichen Zustand überzuführen, so namentlich Kupfervitriol und Kaliumeisencyanür. Durch ihre Einwirkung verlieren die Krystalle ihr Vermögen, das

Licht doppelt zu brechen, und ihre Löslichkeit in Ammoniak. Weniger sicher ist das für Eisenvitriol und neutrales essigsaures Bleioxyd ausgemacht. —

Fette und ätherische Oele (Mandelöl, Terpentinöl, Citronenöl) dringen zu langsam in die Zellen ein, um noch mit den Krystallen in Berührung zu kommen, welche bis dahin im Zellsafte sich gelöst haben. Neben Tropfen eingedrungenen Oeles finden sich nach längerer Einwirkung der genannten Substanzen nur mehr leere, lichtbraun (bei ätherischen Oelen) oder braunschwarz (bei fetten Oelen) gewordene, etwas verkleinerte Kerne, deren Hohlraum durch gleichfalls braun gefärbte Plasmastränge (Maschennetz) in mehrere Vacuolen getheilt ist. Dieselbe Farbe wie die Kernreste nimmt auch das flockig gerinnende Zellplasma an. Die durch Kochen coagulirten Krystalle werden durch Mandelöl nach mehrtägiger Einwirkung sehr durchsichtig gemacht, durch ätherische Oele erst durchsichtig und später schmutzig braun. —

Aehnlich verhält sich die Sache nach der Einwirkung von Aether, der gleichfalls nur schwer den wässerigen Inhalt der Zellen verdrängt. Kernreste und Zellplasma färben sich unter seinem Einflusse endlich schwarz. Nur in einzelnen Zellen finden sich noch (hier wie nach der Einwirkung fetter und ätherischer Oele) braun gewordene Krystalle vor. Es scheint mir, dass dieselben als schon vorher in einen schwer- oder unlöslichen Zustand übergegangen betrachtet werden müssen, gleichwie jene Krystalle, welche sich in kohlensauren Alkalien oder in Wasser erhalten. Durch welche Umstände die abweichende Beschaffenheit dieser Krystalle herbeigeführt wird, und ob dieselbe vielleicht mit dem Alter der Zelle oder mit einer Veränderung des Zellinhaltes zusammenhänge, vermag ich nicht anzugeben. Aus einzelnen Fällen, in welchen dem Aether rascherer Zutritt zu den Kernen gestattet war (in verletzten Zellen und wenn es gelang einen Kern durch Druck

auf. das Präparat frei zu machen) und die Krystalle alsdann sich als coagulirt erwiesen, lässt sich übrigens schliessen, dass er eine dem Alkohol gleiche Wirkung auf die Krystallsubstanz ausübt. —

Beim Reifen der Samen wird die weisse Farbe der Samenknospenoberfläche allmälig durch ein schmutzig dunkles Braun ersetzt. Dieser Wechsel wird bedingt durch das Absterben der Epithelialzellen der Samenknospe. Der Wandbeleg der Zellen (Primordialschlauch) zeigt sich, wie in faulenden, unter dem Einflusse der Atmosphärilien absterbenden Parenchymzellen, geronnen, in Fetzen und Flocken zertheilt, schwärzlich braun. Der wässerige Inhalt verliert sich allmälig, und die Zellen fallen zusammen, indem die äussere Zellwand sich ganz nach Innen einstülpt. In solchen Zellen sind die Kerne verschrumpft, runzelig, schmutzig braungelb, grumös, die grumöse Masse, welche der Rest der früher vorhanden gewesenen Krystalle zu sein scheint, häufig in kleine Kreise geordnet, wie um früher bestandene Vacuolen.

Die Zellen des Endospermes enthalten um diese Zeit kein Amylum mehr, welches sich in früheren Stadien durch Jod nachweisen liess; sie sind erfüllt von Oel und Plasma mit kleinen Körnchen, welche durch Jod gelb werden (Hartig's Klebermehl). Auch die Amylumkörner, welche früher in den Epithelialzellen der Samenknospe gefunden werden, verschwinden bei der Reife des Samens. Sie finden sich am reichlichsten in den Zellen der Rhaphe und haben hier eine eigenthümliche Gestalt, durchaus abweichend von der keulenförmigen Form der nur hie und da in den übrigen Epithelialzellen zu zweien oder dreien beobachteten Stärkekörner, welche ihrerseits den in den übrigen Theilen der Pflanze vorkommenden Körnern ähnlich gestaltet sind. Jene Körner der Rhaphe sind vollkommen kuglig, an einem Punkte mit einer grossen Delle, einer Art Nabelgrube, versehen und kleiner als die übrigen.

Diese Form ist als eigenthümlich den von NAEGELI aufgeführten kugeligen Formen beizufügen. Zwischen Oberhaut und Endosperm liegen 3 — 5 Lagen netzförmig oder spiralig verdickter, vertrockneter und zusammengefallener Zellen, welche die Testa des Samens ausmachen. —

Wir haben im Vorausgehenden die eigenthümlichen Krystalle von *Lathraea* von ihrer Entstehung an bis zu ihrem Vergehen verfolgt und ihre Eigenschaften kennen gelernt, so weit sie bis jetzt ermittelt werden konnten. Es war dabei stets nur die Rede von Krystallen in den Kernen der oberflächlichsten Zellschichte der Samenknospen, keineswegs aber, als ob sie in diesem Pflanzentheile allein vorkämen, sondern nur weil sie hier zuerst entdeckt, weil sie ferner hier am schönsten entwickelt sind und für die Untersuchung eben darum und ob ihrer oberflächlichen Lage am meisten Vortheile darbieten. Es bleibt hier noch über ihr Vorkommen in anderen Theilen von *Lathraea* und über die Resultate der Nachforschungen, welche auch bei anderen Pflanzen nach ihnen angestellt wurden, zu berichten.

In der Samenknospe selbst kommen die Krystalle, ausser in den Oberflächezellen, nirgends vor.

Dagegen finden sie sich in den Zellkernen aller zur Zeit der Samenreife noch vorhandenen Blüthentheile:

Zunächst in den dickfleischigen Samenpolstern und in den Wandungen des nicht austrocknenden, aufspringenden Fruchtgehäuses.

Ferner in dem vergrösserten dickhäutigen Kelche, und zwar sowohl in der äusseren, mit Spaltöffnungen versehenen, als in der inneren Oberhaut, als auch in dem dazwischen gelegenen, meist aus vier Zellenlagen gebildeten lockeren Parenchyme oder nahezu schwammförmigen Gewebe. (In der Zellenschicht, welche der äusseren Oberhaut zunächst liegt, finden sich neben den organischen auch unorganische Krystalle, wahr-

scheinlich oxalsaurer Kalk, aber ausserhalb der Kerne, wie gewöhnlich frei in der Zelle.)

Weiter in den Blüthenstielchen.

Endlich auch in den Bracteen.

Diese Blüthentheile, namentlich Fruchtgehäuse und Kelch, enthalten ebenso reichlich als die Samenknospen phosphorsaure Magnesia in ihren Zellen. Bei Behandlung mit Ammoniak wird dieselbe allmälig als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia in den charakteristischen Krystallformen ausgeschieden.

Die blüthentragende Axe besitzt sowohl in ihrem oberen, mit Blüthen besetzten, als in ihrem unteren, in der Erde steckenden Theile, und zwar in den Zellen des Markes, der Rinde und der Oberhaut, krystallhaltige Kerne.

Desgleichen die unterirdischen Blätter der gleichen Axe, mit Ausnahme der kopfförmigen Haare und der halbkugeligen Drüsengebilde [1]) ihrer Lufthöhlen. Die Zellen sind hier in der Regel frei von Amylum. Nur hie und da findet sich ein grosses ovales Korn. Hie und da auch ein Kalkkrystall. Obgleich die Zellen an Grösse den Epithelialzellen der Samenknospe ungefähr gleichkommen, so sind ihre Kerne doch etwa um das Sechsfache kleiner, und enthalten meist nur wenige, vier bis sechs Krystalle, durch welche übrigens ihr Raum lange nicht erfüllt ist. In den vorausgehend genannten Theilen sind die Kerne angemessen dem geringeren Umfange der Zellen noch kleiner, dagegen, im Allgemeinen gesprochen, je näher

---

1) Nur die ersteren hat Chatin (*Anatomie comparée des Végétaux.* Livraison 5me. Paris 1856. p. 98, Pl. XXIII. Fig. 31.) beschrieben und abgebildet. Sie bestehen aus einer kurzen Stielzelle und einer kugeligen Endzelle, welche in 2, seltener 3 oder 4 Tochterzellen durch lothrecht und auf einander rechtwinklig stehende Wände getheilt ist. Ueber ihnen finden sich noch grosse, halbkugelig über die Oberfläche der Lacunen vorragende Zellen, welche durch lothrechte und parallele Scheidewände in 4 schmale Tochterzellen getheilt sind, und so ein eigenthümliches, zwischen Drüse und Haar stehendes Gebilde darstellen.

dem Samenpolster, desto reicher an Krystallen, in den Samenpolstern selbst meist ganz davon erfüllt. Ueberall in den genannten Theilen haben die Krystalle eine weit geringere Grösse als in den Kernen der Samenknospe, die geringste in den Bracteen und im Kelche, dagegen scheinen sie zum Theile eine beträchtlichere Dicke zu besitzen. Sie veränderten sich weniger rasch, als in den Schnitten aus der Samenknospe, wahrscheinlich weil sie gegen äussere Einflüsse besser geschützt waren, in den Oberhautzellen z. B. durch die Cuticula, in den Zellen eines Parenchymschnittes durch umgebende Zellen. In allen den genannten Theilen hatten die Zellkerne eine kreisrunde Gestalt, nicht die bizarren Formen wie in dem Samenknospenepithel.

Nicht selten finden sich an den unterirdischen Theilen der blühenden Axen einzelne Blüthen, welche sich unter der Erde entwickeln und dort ihre Samen zur Reife bringen; oder es gelangen selbst, da wo die Erdoberfläche fester ist, ganze Inflorescenzaxen nie über den Boden, krümmen sich vielmehr mit ihrer Spitze wieder gegen den lockerern Grund zurück. Gleichwohl sind die Blüthen solcher Axen in ihrer Entwicklung und Fruchtbarkeit nicht beeinträchtiget und unterscheiden sich von oberirdischen nur durch ihre Farblosigkeit. Ihre Zellkerne, und namentlich die des Samenknospenepithels, sind ebenso reich an Krystallen, als bei den unter gewöhnlichen Verhältnissen entwickelten Blüthen.

Die Blätter der unterirdischen, nicht zur Blüthenbildung gelangten Axen und diese selbst, enthalten keine Krystalle in ihren Zellkernen. Ihre Zellen sind reich mit verschiedenartig geformten, rundlichen und ovalen Amylumkörnern angefüllt, die Kerne nur da und dort zwischen denselben aufzufinden.

Die Frage nach dem Vorkommen ähnlicher Krystalle bei verwandten Pflanzen beantwortete sich negativ. Es konnte wenigstens weder bei der zunächst verwandten, zur gleichen

Familie gehörigen und hinsichtlich ihres Parasitismus und Chlorophyllmangels vollkommen mit *Lathraea* übereinstimmenden *Orobanche (cruenta)*, noch bei den zur nächst stehenden Familie der *Rhinanthaceen* gehörigen, nach DECAISNE[1]) gleichfalls parasitischen, aber Chlorophyll bildenden *Pedicularis (Sceptrum carolinum* und *palustris)*, *Rhinanthus (major, minor* und *Alectorolophus)* und *Melampyrum (pratense)*, noch endlich bei der nur hinsichtlich der Lebensweise und des Chlorophyllmangels mit *Lathraea* vergleichbaren, im Systeme weit von ihr entfernten *Monotropa Hypopitys* irgend etwas den Kernkrystallen von *Lathraea* Analoges in irgend einem Theile der Pflanze gefunden werden.

In den mitgetheilten Beobachtungen scheint mir hinlänglicher Grund gelegen, um darauf folgende drei Annahmen zu bauen:

Die ausgewachsenen Zellkerne in den blühenden Theilen von *Lathraea Squamaria* besitzen eine besondere Hülle und einen davon verschiedenen Inhalt, sind also Bläschen;

ein Theil ihres Inhaltes ist in Form von Krystallen abgelagert;

diese Krystalle bestehen aus einer eigenthümlichen proteinartigen Substanz.

In Betreff des ersten dieser Ergebnisse meiner Untersuchung bleibt, glaube ich, der früheren Beschreibung der Kerne im unveränderten Zustande und ihrer Veränderungen durch Reagentien nichts beizufügen. Ob die Hülle des Kernes von den zunächst ihr anliegenden, nicht krystallisirten Inhaltsportionen nur in mechanischer oder auch in chemischer

---

1) J. DECAISNE, sur le parasitisme des Rhinanthacées. *Ann. des sc. nat.* 3me sér. t. VIII. (1847.) p. 5.

Beziehung verschieden sei, mag dahin gestellt bleiben. Wie im Vorausgehenden mehrfach erwähnt, löst sie sich zum Theile in denselben Substanzen, wie der Inhalt, und bleibt in anderen mit diesem, nach vorausgegangener Coagulation, zurück. Sie besitzt die Fähigkeit sich proportional dem Inhalte des Kernes zusammenzuziehen oder zu erweitern. Die Umstände, unter welchen diess (vor Einwirkung coagulirender Agentien) geschieht (s. o.), lassen schliessen, dass sie diese Fähigkeit einem halbflüssigen Zustande verdanke, was mich bestimmt, ihr die vielfach missbrauchte Bezeichnung „Membran", mit welcher sich dem gewöhnlichen Sprachgebrauche gemäss der Begriff des Starren im Gegensatze zum Flüssigen verbindet, vorzuenthalten.

Dieses Ergebniss mag insofern nicht ganz werthlos sein, als die über jeden Zweifel erhabene und für Jeden leicht zu wiederholende Beobachtung eines bläschenartigen Kernes in einem Falle geeignet sein möchte, von den differenten Meinungen über die Struktur der Cytoblasten, der hauptsächlich von NAEGELI und KOELLIKER vertretenen das Uebergewicht zu verleihen, welche Forscher für den Zellkern im Allgemeinen die Bläschennatur in Anspruch genommen haben, während derselbe früher für einen soliden Proteinballen gegolten hat.

Der Beleuchtung der beiden anderen Punkte erscheint es als zweckmässig, die Betrachtung jener Körper vorausgehen zu lassen, welche als verwandter Natur mit den Krystallen von *Lathraea* schon Eingangs bezeichnet wurden. Die Beobachtungen über diese Körper schliessen sich aufs engste den eben mitgetheilten über *Lathraea* an. Sie sämmtlich erscheinen geeignet, sich gegenseitig in das rechte Licht zu setzen.

II.

Das Hämatokrystallin.

Die Krystalle dieses Stoffes hat REICHERT im Jahre 1847 im Uterus eines Meerschweinchens entdeckt und zuerst einer chemischen Untersuchung unterworfen, in Folge deren er sie als Eiweiss- (Albuminal-) Krystalle bezeichnet[1]).

Dahin Gehöriges haben auch KOELLIKER[2]) und REMACK[3]) bei den Fischen, ersterer auch beim Hunde und bei einer Schlange (*Python bivittatus*), ferner LEYDIG[4]) im Blute einer Annelide (*Nephelis*), nachdem es in den Magen von *Clepsine* übergegangen war, gesehen. Mit weniger Grund scheinen mir von LEHMANN auch Beobachtungen NASSE's[5]) hieher bezogen zu werden.

FUNKE[6]) lehrte diese Krystalle aus dem Milzvenenblute

---

1) K. B. REICHERT, Beobachtungen über eine eiweissartige Substanz in Krystallform. MUELLER's *Archiv* 1849. p. 197. Taf. II. Fig. VI.

2) A. KOELLIKER, über blutkörperchenhaltige Zellen, v. SIEBOLD und KOELL. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. I. 1849. p. 266; Artikel Spleen in TODD's *Cyclop. of Anat. and Phys.* Part. XXXVI. London, June 1849, pag. 792; *Mikroskop. Anat.* Bd. II. Aufl. 2. Leipz. 1854. p. 585, und *Handbuch der Gewebelehre des Menschen.* 3. Aufl. Leipz. 1859. p. 605. Fig. 314.

3) R. REMACK, über die sogenannten blutkörperchenhaltenden Zellen, MUELLER's *Archiv* 1851. p. 483; und: Ueber runde Blutgerinnsel und über pigmentkugelhaltige Zellen. Ebendas. 1852. p. 121.

4) F. LEYDIG, zur Anatomie von Piscicola geometrica, von SIEBOLD und KOELL. *Zeitschr. f. wissensch. Zool.* Bd. I. 1849. p. 116. Tab. VIII. Fig. 34 B; *Lehrb. der Histologie*, Frankf. a. M. 1857, pag. 446.

5) NASSE, über die Form des geronnenen Faserstoffs, MUELL. *Archiv* 1841. p. 439.

6) O. FUNKE, de sanguine venae lienalis. Diss. inaug. Lipsiae 1851.
— — Ueber das Milzvenenblut, in J. HENLE und C. PFEUFFER's

des Pferdes, später auch aus dem Blute der Fische, der Katze und des Schweines für die mikroskopische Untersuchung darstellen; KUNDE [1]) ferner aus dem Blute des Menschen, der Fledermaus, des Hundes, des Meerschweinchens, Eichhörnchens, Kaninchens, der Maus, der Ratte, des Ochsen, der Taube, der Schildkröte und des Blutegels; LEHMANN [2]), der sie weiter auch aus dem Blute des Hamsters erhielt, gelang es, sie in grösserer Menge zu gewinnen, so dass eine umfassendere chemische Untersuchung derselben möglich wurde. Auch PARKES [3]) und SIEVEKING [4]) lieferten Beiträge zur Kenntniss derselben.

Ich verweise bezüglich der ausführlicheren Angaben über die Eigenschaften dieses Stoffes und über die Art und Weise seiner Gewinnung im Krystallzustande auf LEHMANN [5]) und

---

Zeitschr. f. ration. Medicin, neue Folge, Bd. I. (Heidelberg 1851.) p. 184. Taf. I. Fig. 4, 5, 6.

O. FUNKE, Neue Beobachtungen über die Krystalle des Milzvenen- und Fischblutes. Ebendas., Bd. II. (Heidelberg 1852.) p. 198.

— — Ueber Blutkrystallisation. Ebendas. p. 288.

Siehe auch dessen *Atlas der physiologischen Chemie,* 1858. Taf. IX. Fig. 6 und Taf. X.

1) F. KUNDE, über Krystallbildung im Blute. HENLE und PFEUFFER *Zeitschr. f. rat. Medicin,* neue Folge Bd. II. (Heidelb. 1852.) pag. 271. Taf. IX. Fig. 1, 2, 3.

2) C. G. LEHMANN, über die Krystallisirbarkeit eines der Hauptbestandtheile der Blutkörperchen. Berichte der königl. sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig, math.-phys. Klasse, 1852, pag. 23.

— — Ueber den krystallisirbaren Stoff des Blutes. Ebend. p. 78.

— — Weitere Mittheilungen über die krystallisirbare Proteinsubstanz des Blutes. Ebend. 1853. p. 101.

3) E. A. PARKES, the formation of crystals in human blood. *Medical Times and Gazette.* Vol. XXVI. (New Series Vol. V.) July — Dec. 1852. p. 103.

4) E. H. SIEVEKING, Albuminous Crystallisation. *Brit. and Foreign Med.-Chir. Review,* Vol. XII. July — Okt. 1853. p. 348.

5) Sieh die bereits angeführten Abhandlungen und C G. LEHMANN (u. HUPPERT) *Zoochemie,* Heidelberg 1858. p. 135—137, und

— — *Lehrbuch der physiol. Chemie,* Bd. I. Aufl. 2. Leipz. 1853. p. 364 — 369.

führe hier nur das an, was für die Vergleichung mit den übrigen Gegenständen dieser Abhandlung von Belang ist.

Das Hämatokrystallin verschiedener Thiere krystallisirt in verschiedenen Systemen und Formen, bald als Tetraeder, bald als hexagonale Tafel, bald als Rhomboëder, bald als Prisma (unbestimmten Systemes). Bei den Fischen können Krystalle innerhalb der Blutkörperchen, deren Inhalt das Hämatokrystallin stets bildet, erhalten werden, bei den übrigen Thieren nur nach seinem Austreten aus diesen Körperchen — in grösserer Quantität durch die successive Behandlung des gewässerten, defibrinirten Blutes mit Sauerstoff und Kohlensäure bei gleichzeitigem Einflusse des Lichtes (und Zusatz von etwas Alkohol oder Aether bei manchen Thieren), — für die mikroskopische Untersuchung durch sehr langsames Verdunstenlassen des gewässerten Blutes unter dem Deckglase[1]). Die Krystalle schliessen die Hüllen der Blutkörperchen in sich ein. Von dieser und anderen Verunreinigungen können sie durch Umkrystallisiren befreit werden. Es geschieht das durch Zusatz von kleinen Portionen Alkohol zu einer wässerigen Lösung derselben von 1,1 Dichte; Sauerstoff und Kohlensäure erzeugen die Krystalle nicht wieder. Zugleich sind die Krystalle mehr oder weniger durch Blutfarbstoff tingirt, so dass

---

1) Bekanntlich lässt sich auch der auf chemischem Wege isolirte Blutfarbstoff, das Hämatin, durch geeignete Behandlung in Krystallen gewinnen, und kommen Zersetzungsprodukte desselben, das Hämatoidin Virchow's und das Hämin Teichmann's theils natürlich in Krystallen vor, theils können sie künstlich als solche erhalten werden. Ich verweise bezüglich ihrer ebenfalls auf Lehmann (*physiol. Chemie, Zoochem.*), bei welchem auch die Literaturangaben sich finden; zu deren Vervollständigung mag hier noch auf die Untersuchungen von Buhl, über die Farbstoffe in einem Alveolarcolloid der Leber, *Münchner illustr. medicin. Zeitschr.*, 1852, Bd. I. p. 117, aufmerksam gemacht sein.

Diese Stoffe interessiren uns hier nicht näher, da sie mit den Proteinstoffen nichts gemein haben und sollen nur erwähnt sein, um jeder Verwechslung mit dem hier zu betrachtenden Gegenstande vorzubeugen.

sie unter dem Mikroskop an Farbe den Blutkörperchen selbst gleichen. Auch diesen zu trennen ist LEHMANN (nach privaten Mittheilungen) in neuerer Zeit gelungen, so dass wir eine genaue Elementaranalyse derselben für die nächste Zeit erwarten können[1]).

Die Krystalle enthalten Krystallwasser und verlieren einen Theil desselben leicht an der Luft, dabei einschrumpfend.

Die Hämatokrystallin-Krystalle verschiedener Thiere sind in sehr verschiedenem Masse in Wasser löslich, manche sehr leicht, andere, wie die des Meerschweinchens, sehr schwer. Sie lösen sich ferner leicht in Essigsäure, in Aetzammoniak und in verdünnter Kalilauge. Concentrirte Kalilauge löst die Krystalle nicht. Sie sind unlöslich in Alkohol und Aether. Concentrirte Salzsäure und Schwefelsäure lösen die (tetraedrischen) Krystalle im trockenen Zustande nicht, sondern machen sie zusammenbacken. Concentrirte Salpetersäure färbt die Krystalle beim Erwärmen gelb und löst sie ziemlich leicht zu einer gelben Flüssigkeit auf. Das MILLON'sche Reagens gibt die allen Proteinkörpern eigene Reaction. Die essigsaure Lösung fällen Ammoniak, die Blutlaugensalze und neutrale Alkalisalze. Umgekehrt fällt Essigsäure die alkalische Lösung, und zwar schon vor der völligen Neu-

---

1) Die Analyse unreiner, Farbstoff und Hüllen der Blutkörperchen noch einschliessender Krystalle vom Hunde ergaben nach Behandlung mit Alkohol, Aether und Wasser unter Abzug der Asche 55,18 — 55,41% C; 7,14 — 7,08 H; 17,27 — 17,40 N; 20,24 — 2028 O und S. Sie enthielten 0,718 — 0,938% Asche und in dieser

63,842 %	Eisenoxyd,
19,814 -	Phosphorsäure,
5,963 -	Kalk,
0,970 -	Talkerde,
5,212 -	Chlorkalium,
3,458 -	schwefelsauren Kalk.
99,259.	

tralisation; ebenso mit Alkalisalzen versetzte Lösung. Die Niederschläge sind in Wasser löslich, besitzen aber andere Eigenschaften als die ursprüngliche Substanz, und entsprechen dem PANUM'schen Acidalbumin. Der neue Körper unterscheidet sich vom Hämatokrystallin nur durch einen Mindergehalt an Phosphaten.

Durch Alkohol werden die Krystalle in Wasser unlöslich, behalten aber ihre Form bei, nur erscheinen ihre Flächen nicht mehr ganz plan; fast ebenso verhalten sie sich beim Erhitzen bis zu 100°. Sie sind nun zu Afterkrystallen geworden, entstanden durch die Gerinnung der ursprünglich löslichen krystallisirten Substanz. Von diesen Afterkrystallen, und nur von ihnen, gelten alle die Angaben REICHERT's über das Verhalten seiner Albuminal-Krystalle, von denen dieser Autor selbst ausdrücklich erwähnt[1]), dass sie gleich nach der Auffindung in Weingeist aufbewahrt worden waren. Von diesen Angaben mag das Wesentlichste zur Vergleichung mit dem, was über die coagulirten Krystalle von *Lathraea* angeführt wurde, hier einen Platz finden.

Die durch Alkohol coagulirten Hämatokrystallin-Krystalle erleiden keine Veränderung beim längeren Sieden in Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, fetten und ätherischen Oelen. Weder Säuren noch Basen bewirken eine Zerstörung oder Auflösung derselben bei kürzerer Einwirkung. Mehrstündige Einwirkung der concentrirten und rauchenden Salpetersäure löst die Krystalle. Ebenso Kochen in gesättigter Kalilösung. Werden sie in Wasser einer Temperatur von 140 — 160° C. (in einer zugeschmolzenen Glasröhre) ausgesetzt, so lösen sie sich ebenfalls vollständig. Durch die Einwirkung concentrirter Salpetersäure werden die Krystalle in einen Stoff umgewandelt, der bei Behandlung mit Kali oder

1) K. B. REICHERT in MUELL. *Arch.* 1849. p. 203.

Ammoniak eine ziemlich intensive Orange-Farbe annimmt und sich demnach als Xanthoproteinsäure zu erkennen gibt. (Aus diesem Verhalten schliesst REICHERT vorzugsweise auf die eiweissartige oder proteinartige Natur der Krystalle.) Säuren sowohl als Alkalien vermehren das Volumen der Krystalle, machen sie aufquellen, ohne irgend welche Veränderung ihrer Krystallform. So z. B. vergrössert Salzsäure (von 50%) um 0,13 des früheren Durchmessers, Phosphorsäure (von 50%) um 0,2, Salpetersäure von (20%) um 0,4, concentrirte Essigsäure (von 50%) um 0,33, verdünnnte Essigsäure (nach LEHMANN) um das 3—4fache des Durchmessers. Weinsteinsäure, Gerbsäure, Oxalsäure vergrössern nur unbedeutend; Kali (von 10%) um 0,3, Ammoniak (von 5 und 20%) um 0,1. Salzlösungen bewirken keine solche Veränderung.

Die durch Säuren veränderten Krystalle werden durch andere stärkere Säuren so verändert, als wenn diese unmittelbar angewendet worden wären; Zusatz von schwächeren Säuren bewirkt keine Veränderung. Das gleiche Verhältniss gilt für die aufeinanderfolgende Einwirkung von Alkalien. Die durch Säuren veränderten Krystalle werden durch Alkalien auf ihre ursprüngliche Grösse plötzlich zurückgeführt, dann aber wieder verändert, als wenn das Alkali unmittelbar angewendet worden wäre. Ebenso umgekehrt die durch Alkali veränderten Krystalle durch Behandlung mit Säuren. Durch Auswaschen mit Wasser werden die Krystalle ebenfalls auf ihr ursprüngliches Volumen zurückgeführt und verhalten sich nun gegen neu applicirte Agentien wie zuvor. Salzlösungen bewirken in der Regel an den durch Säuren oder Alkalien vergrösserten Krystallen keine Veränderung, was übrigens von ihrem Concentrationsgrade und ihrer Fähigkeit Wasser zu entziehen abhängt. Jodlösung (in Jodwasserstoff) verändert das Volumen der Krystalle nicht, macht sie dagegen trüb und dunkelbraun; Wasser bewirkt keine neue Veränderung.

Die durch Eintrocknen zusammengeschrumpften Krystalle dehnt Wasser auf ihr ursprüngliches Volumen wieder aus. Gegen die übrigen Reagentien verhalten sie sich wie frisch aus dem Weingeiste genommene. Mehrere Tage an der Luft getrocknete Krystalle werden durch Terpentinöl und durch Olivenöl etwas vergrössert (um 0,08).

Die durch Salpetersäure gelb gewordenen Krystalle zeigen auf die genannten Einwirkungen ähnliche Volumsveränderungen, wie die ursprünglichen coagulirten Krystalle.

Da die Angaben über das Verhalten von Lösungen des Hämato-Krystallins zu verschiedenen Reagentien keine Anhaltspunkte zur Vergleichung mit der Krystallsubstanz von *Lathraea* liefern, für welche ein Mittel zur Darstellung einer reinen Lösung nicht vorliegt, so war ich bemüht, diesen Mangel durch die Anwendung der bei *Lathraea* gebrauchten Agentien auf Krystalle selbst von Hämato-Krystallin zu ergänzen. Leider traten diesen Bemühungen grosse Schwierigkeiten in Beschaffung des geeigneten Materials entgegen, und ich sehe mich deshalb hier auf die Mittheilung einer vereinzelten Untersuchung beschränkt. Dieselbe bezieht sich auf die Krystalle aus dem Blute des Meerschweinchens (durch die Güte Prof. LEHMANN's zu meiner Disposition gestellt). Um jeder Vorsicht zu genügen, will ich noch anführen, dass dieselben bis zur Untersuchung etwa 30 Stunden bei warmem Wetter in der Mutterlauge verweilt hatten, dass von einer beginnenden Zersetzung übrigens kein Anzeichen vorhanden war.

Unter dem Mikroskope konnte eine Lösung dieser Krystalle durch Wasser nicht bewerkstelligt werden. Sie sind bekanntlich am schwersten von allen Hämatokrystallin-Krystallen und nur in 600 Theilen Wasser löslich, und es scheint der Wirkung dieses Lösungsmittels hier noch ein Ueberzug der Krystalle aus coagulirtem Eiweiss oder Faserstoff, über

welchen gleich näherer Nachweis geliefert werden soll, hinderlich entgegengetreten zu sein.

Glycerin löste die Krystalle, indem es sie an mehreren Stellen anfrass, wie etwa Wasser einen Kochsalzkrystall.

Jodlösung (in Wasser und Jodkalium) löste einen Theil der Krystalle zur Hälfte auf, liess aber aus der Lösung gleich wieder eine grumöse gelbgefärbte Substanz fallen. Die ungelöst gebliebenen Krystalle und die Reste nur theilweise gelöster zeigten nun eine intensiv gelbbraune Farbe und wurden von Glycerin nicht mehr gelöst, was schliessen lässt, dass sie nun coagulirt waren.

Jodwasser färbte die Krystalle gelb und löste sie langsam auf unter Zurücklassung der eingeschlossenen Blutkörperchenhüllen. Häufig blieb auch, schwach gelblich gefärbt, eine vollkommen die tetraedrische Gestalt des Krystalles beibehaltende membranartige Hülle des Krystalles zurück, wahrscheinlich auf der Oberfläche des Krystalles niedergeschlagenes coagulirtes Eiweiss oder Faserstoffreste der Mutterlauge. Zusatz von Jod in Jodkalium schlug aus der Lösung eine grumöse Masse in Körnern oder Fetzen nieder und färbte die zurückgebliebenen tetraedrischen Hüllen und die Membranen der Blutkörperchen intensiv gelb.

Kohlensaures Natron löste mit gelber Farbe. Alkohol bewirkte keinen Niederschlag in der Lösung.

Steinöl und Terpentinöl machte die Krystalle zu einer grumösen gelben Masse zerfallen. Getrocknete Krystalle wurden darin durchsichtig, ohne sich weiter zu verändern.

Schwefelsaures Kupferoxyd löste die Krystalle auf und schied aus der Lösung sodann eine grumöse Masse aus, die durch Salzsäure braungelb und gelatinös wurde.

Sublimat machte eine Streifung, parallel einer Tetraederkante, deutlich hervortreten und wandelte die Streifen zum

Theile allmälig in Risse um[1]). Die so veränderten, auch in ihrer Farbe alterirten Krystalle lösten sich nach dem Auswaschen, wenn auch langsam und unvollständig, in Glycerin.

Salpetersaures Silberoxyd setzte zum Theil ähnlich wie schwefelsaures Kupfer eine grumöse Masse an die Stelle der Krystalle. Die meisten Krystalle blieben darin, was die Form betrifft, unverändert und erhielten eine mehr gelbbraune Farbe. Nach dem Auswaschen veränderte Glycerin weder die grumöse Masse, noch die Krystalle weiter.

III.

Die Aleuron-Krystalle.

Ein zweites Vorkommniss, welches ich zur Vergleichung mit meiner Beobachtung an *Lathraea* hier anzuführen habe, ist das Aleuron Hartig's.

Bereits im Jahrgange 1855 der botanischen Zeitung von v. Mohl und Schlechtendal[2]) sehen wir eine Notiz des genannten Forschers über die Auffindung stärkemehlartiger Körner, welche in verschiedenen Samen meist neben Oel, seltener für sich, oder neben Stärkemehl vorkommen, aus Proteinverbindungen bestehen und dem Auge der Mikroskopiker sich bis dahin ob ihrer Löslichkeit in Wasser — dem gewöhnlich angewendeten Medium zur Transparentmachung mikroskopischer Präparate — entzogen hatten.

1) Eine ähnliche Streifung hat auch Reichert schon beobachtet. Muell. *Arch.* 1849. p. 225.

2) Dr. Th. Hartig, über das Klebermehl. *Bot. Zeit.* 1855, Nr. 50, vom 14. Dezember, Sp. 881.

Hartig nennt sie Klebermehl oder Aleuron.

In einer Mittheilung aus dem folgenden Jahre in der gleichen Zeitschrift [1]) finden wir zunächst die Angabe, dass bei bestimmten Pflanzen wenigstens die grösseren dieser Aleuron-Körner in vollkommener Krystallgestalt erscheinen — als Rhomboeder bei der Para-Nuss *(Bertholletia excelsa)*, als Oktaeder bei der Muskat-Nuss *(Myristica moschata)*, als regelmässige Würfel bei *Casuarina* und bei *Nicotiana sanguinea* u. s. f.

Seine Angaben aus diesen Jahren wiederholt und ergänzt Hartig in seinem neuesten Werke „die Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeimes“ [2]).

Er lehrt das Aleuron gewinnen durch Auswaschen der zerkleinerten Samen in fettem Oele, Abgiessen und Entfernen der Oelrückstände durch Auswaschen in Alkohol und Aether, in welchen Flüssigkeiten, gleichwie in ätherischen Oelen, das Aleuron unlöslich ist.

Löslich ist dasselbe mehr oder weniger leicht in Wasser, Säuren und Alkalien; in Glycerin und Syrup langsam. Doch bestehen einzelne Ausnahmen hiefür, welche theilweise weiter unten noch angeführt werden sollen.

Seine Anwesenheit in den Samen wird nachgewiesen durch Jodalkohol oder Jodglycerin, welche es gelb färben, und durch das Millon'sche Reagens, welches ihm eine ziegelrothe oder rosenrothe Farbe ertheilt.

Aus dem reaktiven Verhalten der wässerigen Lösung reinen Klebermehls schliesst Hartig, „dass jedes einzelne Korn

---

1) Dr. Th. Hartig, weitere Mittheilungen, das Klebermehl (Aleuron) betreffend. *Bot. Zeit.* 1856. Nr. 15 — 19 vom 11. April bis 9. Mai; Sp. 263. Tab. VIII.

2) Dr. Th. Hartig, Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeimes, dessen Stoffbildung und Stoffwandlung während der Vorgänge des Reifens und des Keimens. Leipzig 1858. p. 108 ff. Taf. IV.

zusammengesetzt ist, nicht allein aus den bekannten Stickstoffverbindungen des Pflanzenreiches: Fibrin, Albumin, Gliadin, Casein (Legumin), sondern auch aus Gummi und Zucker, aus den allgemeinen Aschenrückständen der Pflanzenstoffe und wahrscheinlich auch aus Schwefel und Phosphor".

Für zwei Pflanzen *(Bertholletia excelsa* und *Lupinus luteus)* ausgeführte Bestimmungen des Stickstoffgehaltes ergaben 9,46 % und 9,26 %.

Was die physikalischen Eigenschaften des Aleurons im Allgemeinen betrifft, so ist dasselbe nach HARTIG (meist) farblos und stark lichtbrechend. Der Polarisationsapparat gibt keine Art von Färbung oder Zeichnung, wie solche am Stärkemehlkorne hervortreten (Dr. CASPARY)[1]. Seiner Consistenz nach ist das Aleuron meist mehr als wachshart und springt beim Drucke in scharfkantige Stücke. Die Grösse der messbaren Formen schwankt zwischen $^1/_{1800}$ und $^1/_{60}$''' Durchmesser. Meist findet sich in jeder Zelle ein die übrigen Körner an Grösse vielmal übertreffendes Korn, dessen Ursprung HARTIG direkt aus dem Zellkerne abzuleiten geneigt ist. HARTIG vindicirt den Körnern und zum Theile auch den Krystallen eine besondere Hüllmembran. In vielen Körnern oder Krystallen finden sich an bestimmten Stellen bestimmt geformte kugelige, knollige oder selbst wieder krystallartige Einschlüsse einer Substanz, welche an der gelben Färbung durch

---

1) HARTIG, Pflanzenkeim, 1858. p. 109. — v. MOHL sagt in seiner „Untersuchung des Pflanzengewebes mit Hilfe des polarisirten Lichtes" (*Bot. Zeit.* 1858. pag. 17): „An den Körnern der ölhaltigen Samen (Aleuron-Körnern HARTIG's) konnte ich gewöhnlich keine Zeichen doppelter Brechung auffinden; deutliche Spuren derselben zeigten sie jedoch bei Anwendung einer Glimmerplatte in dem Samen von *Attalea funifera.*"

Ich werde im Folgenden weitere Beispiele vom Vorhandensein doppelter Brechung bei Aleuron-Krystallen aus meinen eigenen Beobachtungen anzuführen haben.

Jod nicht Theil nimmt. HARTIG nennt diese Einschlüsse deshalb im Allgemeinen „Weisskerne“. Noch ist hervorzuheben, dass manche der schwerlöslicheren Krystalle in Wasser oder Ammoniak oder Glycerin entweder vor der Lösung, oder ohne dass eine solche nachfolgt, aufquellen, oder in kleinere Krystalle zerfallen.

Bezüglich der Aleuron-Krystalle von *Thuja occidentalis* und *plicata* glaubt HARTIG ein Wiederkrystallisiren aus der wässerigen oder ammoniakalischen Lösung bei deren Verdunstung beobachtet zu haben. Ebenso aus der Lösung in Glycerin nach einigen Stunden. Die gelöste Aleuronmasse anderer Pflanzen erhärtet beim Verdunsten des Lösungsmittels glasig mit Trockenrissen und zeigt nun die früheren Reactionen unverändert wieder.

Das Aleuron findet sich ausser in den Samen auch in Knollen und Wurzeln (in sehr kleinen Körnern) während der Vegetationsruhe. Es gehört gleichwie das Amylum und fette Oel zu den Reserve-Nahrungsmitteln der Pflanze.

Die Geschichte der Entwickelung und Rückbildung des Aleurons, wie sie HARTIG gibt, liegt unseren Betrachtungen ferner. Sie mag hier um so eher übergangen werden, als noch keinerlei Prüfung über die Richtigkeit der HARTIG'schen Anschauungen vorliegt. Nur das Eine mag hier hervorgehoben werden, dass von HARTIG in den Zellen, welche als Ablagerungsort für das Aleuron und die dasselbe begleitenden fetten Oele dienen, vor der Bildung dieser Stoffe ein stickstoffreicher Körper in reichlicher Menge aufgefunden ward, welcher durch Verdunsten des Zellsaftes oder Einwirkung von Alkohol krystallisirt erhalten werden kann, und welchen HARTIG nach freilich unvollkommener Untersuchung dem Asparagin an die Seite stellen zu können glaubt. Derselbe Stoff lässt sich in dergleichen Zellen nachweisen, sobald in Folge der Beanspruchung der Reservenahrung von Seite der Pflanze

dieselbe für das Auge wieder verschwunden ist, und ebenso in allen in lebhaftem Wachsthume begriffenen Theilen (Spitzen der Triebe etc.). HARTIG schliesst daraus, dass dieser krystallisirbare Stoff, den er des glänzenden Aussehens der Krystalle halber „Gleiss" (gleissen, glänzen) nennt, sich zu jenen Reservestoffen verhalte, wie Zucker zu Amylum. Man mag sich bei dieser Gelegenheit an den grossen Gehalt von Asparagin erinnern, welcher in den *Leguminosen* für die Zeit vor der Entfaltung der Blüthe nachgewiesen ist. Die HARTIG'schen Beobachtungen können vielleicht einen Fingerzeig über dessen Verwendung im Haushalte der Pflanze geben und eröffnen überhaupt die Aussicht auf neue Bereicherungen unserer Kenntnisse über die Stoffwandlung in der Pflanze, so dass sie die volle Aufmerksamkeit der Physiologen und Chemiker verdienen.

Neben dem, was ich hier im Allgemeinen über das Aleuron aus HARTIG's Angaben wiedergegeben habe, bleibt zu erwähnen, dass der gleiche Körper auch von anderen Forschern — wie es scheint, selbständig — beobachtet wurde.

NAEGELI erwähnt in seiner umfassenden Abhandlung über die Stärkekörner[1]) in den Samen mancher Phanerogamen vorkommender, theils drusenförmig zusammengesetzter, den zusammengesetzten Amylumkörnern täuschend ähnlicher, theils einfacher, rundlich eckiger oder unregelmässig gestalteter Körper, welche sich durch Jod gelb, durch das MILLON'sche Reagens roth färben, in Kali aufquellen und verschwinden, in kochendem Alkohol ungelöst bleiben. NAEGELI folgert, dass diese Gebilde aus Proteinverbindungen bestehen und nennt sie „Plasmakörper". Ueber deren allenfallsige Krystallnatur ist keine Vermuthung ausgesprochen.

---

1) Pflanzenphysiologische Untersuchungen von C. NAEGELI und C. CRAMER. 2. Heft, von C. NAEGELI. Zürich 1858. p. 406.

Trécul [1]) hat die auch von Hartig beschriebenen und abgebildeten [2]) Aleuron-Krystalle im Sameneiweiss von *Sparganium ramosum* (und *S. natans*) aufgefunden und namentlich in Rücksicht auf ihre äussere Erscheinung und Entwicklung untersucht. Der chemische Theil der Untersuchung beschränkt sich auf die Angabe, dass die Krystalle durch Jod sich gelb färben und bei nachfolgender Einwirkung von Schwefelsäure ähnliche Veränderungen untergehen, wie die mit stickstoffhaltigen Substanzen infiltrirten Zellmembranen.

Auf Hartig's Bekanntmachungen fussend hat v. Holle [3]) sich der chemischen Untersuchung des Aleuron zugewendet und zugleich versucht, den Kern von Hartig's Mittheilungen durch Entkleidung von der bitteren Schale, in welche dieser Forscher alle seine Beobachtungen durch Gebrauch einer nur für ihn selbst Geltung besitzenden Terminologie zu hüllen beliebt, allgemeiner zugänglich und beachtet zu machen. Er bestätiget im Wesentlichen und vervollständiget die Angaben Hartig's und hat namentlich der Aufgabe sein Augenmerk zugewendet, die Aleuron-Substanz frei von Beimengungen behufs einer Elementar-Analyse zu gewinnen. Er glaubt für die Aleuronsubstanz in den Samen von *Ricinus* ein geeignetes Verfahren gefunden zu haben.

Die Frage nach der chemischen Natur der Aleuronkörner hat endlich auch Herr Apotheker O. Maschke in Breslau näher bearbeitet. Seine Resultate liegen uns erst theilweise vor;

---

1) A. Trécul, note sur des cristaux organisés et vivants. Comptes rend. t. XLVII (9 Août 1858). p. 255.

2) Pflanzenkeim 1858. p. 122; Taf. IV. Fig. 24, c.

3) G. v. Holle, Beiträge zur näheren Kenntniss der Proteinkörner im Samen der Gewächse. *Neues Jahrbuch für Pharmacie* von G. F. Walz und F. L. Winkler. Bd. X. Heft 1 (July 1858). p. 1. Tab. Ferner: — — Mittheilungen über Proteinkörper. Ebend. Bd. XI. Heft 6 (Juni 1859). p. 338.

ich werde auf sie bei Besprechung der Aleuronkrystalle von *Bertholletia excelsa* zurückkommen. —

Zwei in Hinsicht sowohl auf ihre äussere Erscheinung als ihr inneres Wesen und die Umstände ihres Vorkommens im Allgemeinen so grosse Aehnlichkeiten darbietende Gebilde wie die Krystalle von *Lathraea* und die Aleuron-Krystalle (— von den nicht krystallinischen Aleuronkörnern mag hier im Weiteren abgesehen werden) mussten natürlich zu einer strengeren Vergleichung auffordern. Da sich, namentlich in Rücksicht auf die chemischen Eigenschaften, die wünschenswerthen Anhaltspunkte bei den vorausgehend genannten Beobachtern nicht alle fanden, theils auch um über ihre Angaben durch Autopsie ein Urtheil zu gewinnen, untersuchte ich einige der am meisten tauglich erscheinenden Objekte nach denselben Gesichtspunkten, welche mich bei der Untersuchung der Krystalle von *Lathraea* geleitet hatten. Ich lasse hier folgen, was sich dabei Neues, das Obige Ergänzendes oder Berichtigendes ergeben hat.

Als Objekte dienten die Aleuronkrystalle von *Sparganium ramosum*, von *Ricinus communis* und von *Bertholletia excelsa*.

1) Die Aleuron-Krystalle von Sparganium ramosum

sind, wenn regelmässig ausgebildet, von rhomboedrischer Gestalt (Fig. 9.), wie auch HARTIG[1]) angibt. Da übrigens ein wirkliches Rhomboeder von einem Hendyoeder, namentlich bei ungleichmässiger Ausbildung des Krystalles, unter dem Mikroskope nicht sicher zu unterscheiden ist, ausser durch Hilfe von direkten Winkelmessungen, zu welchen mir leider die geeigneten Instrumente fehlten, so kann ich die Frage über das Krystallsystem nicht mit absoluter Bestimmtheit beantworten. Doch scheint mir aus ähnlichen Verhältnis-

1) Pflanzenkeim 1858. p. 122.

sen, wie sie unten für *Bertholletia excelsa* als massgebend betrachtet werden sollen, und aus einer approximativen Messung des mit der Camera lucida entworfenen Bildes, mit der grössten Wahrscheinlichkeit hervorzugehen, dass die Krystalle in der That dem hexagonalen Systeme angehören. Darnach sind die Flächen, welche am häufigsten in Combination auftreten und zwei Ecken bald mehr bald weniger abstumpfen, als basische Flächen zu bezeichnen (Fig. 9. A—G, u und v). Häufig tragen zwei oder mehrere Flächen Eindrücke von den kleinen Amylumkörnchen an sich, welche die Zellen dicht erfüllen und die in der Mitte jeder Zelle zu einer Gruppe vereinigten Krystalle enge umlagern (Fig. 9. A, B, F, J). Die Oberfläche des Krystalles hat dann jenes areolirte Aussehen eines Fingerhutes, welches HARTIG für die Aleuronkrystalle von *Pistia Stratiotes* z. B. beschreibt und bildlich darstellt[1]), aber irrig für den Ausdruck einer eigenthümlichen Struktur einer supponirten doppelten Hüllhaut ansieht[2]). Die Kanten und Ecken der Krystalle sind häufig crenulirt und die Flächen etwas gebogen, offenbar in Folge dessen, dass sie durch die umlagernden Amylumkörner in ihrer regelmässigen Ausbildung behindert waren (Fig. 9. F, J). Neben den regelmässiger entwickelten Einzelkrystallen kommen zahlreiche unregelmässig eckige Körner vor, welche oft ziemlich deutlich aus drusen- oder gruppenförmig verwachsenen Krystallen gebildet werden (Fig. 9. K).

Im polarisirten Lichte unter zu Hilfenahme eines Gypsplättchens vom Roth der ersten Ordnung untersucht[3]), erweisen sich die Krystalle deutlich als doppelt brechend. Sie erscheinen

1) Pflanzenkeim 1858. p. 110. Taf. IV. Fig. 30, e.

2) Ebend. p. 110, 112.

3) Vergleiche darüber unten bei den Dotterplättchen. — Die Krystalle werden am besten unter Oel liegend untersucht, nachdem sie von den anliegenden Stärkekörnern befreit sind.

gelb im rothen Gesichtsfelde, wenn die krystallographische Hauptaxe (in der Richtung r, r Fig. 20. liegend) mit der Axe der grösseren Elasticität im Gypsplättchen übereinstimmt, blau, wenn sie rechtwinklig dazu liegt (in der Richtung l, l Fig. 20.). Die krystallographische Hauptaxe ist sonach Axe der geringsten Elasticität und die Krystalle erscheinen (im Gegensatze zu den später zu betrachtenden von *Bertholl.)* als optisch negativ (um mit HOLTZMANN zu sprechen, worüber unten bei den Dotterplättchen das Nähere).

Was ihre chemischen Eigenschaften betrifft, so erhalten sich die Krystalle unverändert in Wasser, wie auch v. HOLLE angibt, während HARTIG sie das eine Mal [1]) als schwerlöslich, das andere Mal [2]) als wasserfest bezeichnet. Nur ihre Oberfläche wird darin bisweilen corrodirt und es tritt dieselbe Streifung an ihnen auf, wie bei Einwirkung von Ammoniak (vergleiche im Folgenden und Fig. 9. H.).

In Wasser liegende Krystalle lösen sich unter Aufquellen bei Zugabe von Essigsäure. Wird concentrirte Essigsäure unmittelbar angewendet, so lösen sie sich sehr rasch, ohne vorhergehendes deutliches Aufquellen.

In concentrirter Kalilauge bleiben sie ungelöst (und sind nun, da die anliegenden Amylumkörner bis zum Verschwinden aufquellen und sich ablösen, besonders geeignet zur Untersuchung rücksichtlich ihrer Form). Bei Zugabe von Wasser lösen sie sich unter Aufquellen.

In Ammoniak zerfallen die Krystalle, welche zum Theile mehr das Aussehen unregelmässig rundlicheckiger Aggregate haben (wie Fig. 9. K.), in kleinere Krystalle; diese verändern sich meist nicht weiter, einzelne aber lösen sich. An anderen tritt eine Streifung auf, parallel den verschiedenen Kanten des

1) Pflanzenkeim 1858. p. 122.

2) Ebend. p. 109.

Krystalles, wie es scheint der Ausdruck von Spaltungsrichtungen nach den Flächen der Stammform und den basischen Flächen (Fig. 9. H.).

Concentrirte Salzsäure verflüssigt die Krystalle (unter Aufquellen) rasch zu Tropfen, welche sich allmälig mit der umgebenden Flüssigkeit mischen.

Diluirte und concentrirte Schwefelsäure desgleichen (aber ohne vorhergehendes Aufquellen).

In Salpetersäure werden die Krystalle unter Aufquellen abgerundet, patzig und allmälig citronengelb, lösen sich aber nicht. Kali färbt sie nun orange. Beim Auswaschen werden sie wieder citronengelb. Essigsäure macht sie nun ausserordentlich aufquellen, fast bis zum unsichtbar Werden ihrer Ränder, beim Auswaschen aber gehen sie wieder auf ihr früheres Volumen zurück (Xanthoproteinsäure).

Glycerin macht den Krystall sehr allmälig ringsum gleichmässig aufquellen, bis endlich ein immer kleiner werdender centraler Kern noch unveränderter Substanz gänzlich verschwunden ist, und der Durchmesser ungefähr um die Hälfte des früheren Masses zugenommen hat. Dabei werden die Krystalle ausserordentlich hyalin und zeigen nun im polarisirten Lichte keine selbständige Farbe mehr. Auswaschen mit Wasser stellt ihr früheres Volumen und früheres Aussehen wieder her. Werden sie nun nach dem Abtrocknen wieder unter Oel untersucht, so zeigt sich, dass sie im Allgemeinen durch die Einwirkung des Glycerins ihr Vermögen doppelt zu brechen für immer verloren haben; nur an einzelnen der kleineren und am schärfsten ausgebildeten Formen lassen sich noch schwache Spuren doppelter Brechung auffinden. Beim Kochen in Glycerin erfolgt Lösung.

In Alkohol verändern sich die Krystalle auch beim längeren Kochen in keiner Weise, weder rücksichtlich ihrer Form, noch in Hinsicht ihrer Löslichkeit; sie verhalten sich nach dem

Kochen gegen Essigsäure, verdünntes Kali (Glycerin, Ammoniak und Wasser), wie zuvor. Alkohol bewirkt also hier keine Coagulation.

Kochen in Wasser dagegen coagulirt die Substanz der Krystalle. Sie lösen sich nun nicht mehr, weder in Essigsäure, noch in verdünntem Kali, quellen aber stark darin auf und gehen beim Auswaschen allmälig auf ihr früheres Volumen zurück. In Glycerin werden sie durchsichtiger, hyaliner, ohne aber aufzuquellen. Concentrirte Salzsäure macht sie, ähnlich wie Essigsäure, aufquellen; beim Kochen lösen sie sich darin ohne dass eine blaue oder violette Färbung wahrgenommen werden kann.

Sublimat bedingt keine Veränderung. Die Krystalle verhalten sich nach dem Auswaschen des Präparates gegen Essigsäure wie sonst.

Terpentinöl und Mandelöl verändern die Krystalle auch nach vielstündiger Einwirkung nicht.

2) Die Aleuronkörner von Ricinus

sind, wie sie schon HARTIG beschreibt, im Allgemeinen eiförmig (Fig. 10. A.), besitzen eine vom übrigen Theile differente (in Wasser schwerer lösliche) Hülle (Fig. 10. B, u) und schliessen am spitzigeren Ende einen oder mehrere kuglige Kerne ein (Fig. 10. A, B, x), welche von Jod nicht gefärbt werden (HARTIG's Weisskerne). Die übrige Masse des Korns, unter Oel von gleichmässigem Ansehen, besteht wieder aus zwei differenten Theilen, wie schon das Verhalten gegen Wasser deutlich lehrt: einer peripherisch abgelagerten, amorphen Aleuronmasse, welche in Wasser leicht löslich ist, und einem oder mehreren davon umschlossenen Aleuron-Krystallen, oktaedrischer oder tetraedrischer Gestalt und unlöslich in Wasser (Fig. 10. B, w; vergl. die Figurenerklärung).

v. Holle hat das Verhalten dieser Substanzen gegen Reagentien näher untersucht.

Die amorphe Masse gerinnt nach ihm in siedendem Alkohol und wird nun weder mehr von Wasser, noch von Essigsäure, noch von erwärmtem Ammoniak, selbst nicht von Schwefelsäure oder Kali (bei kürzerer Einwirkung) gelöst.

Die Substanz der Krystalle dagegen wird durch kochenden Alkohol nicht verändert und bleibt löslich für Essigsäure und erwärmtes Ammoniak; in kaltem Ammoniak ist sie vor und nach dem Kochen unlöslich. Die Ammoniaklösung wird durch Salzsäure flockig weiss gefällt. — Schwefelsäure löst die Krystalle oder quellt sie auf. — Salpetersäure macht sie zu einer gelben Masse zerfliessen. Was die Weisskerne betrifft, so sind sie nach dem Kochen in Alkohol löslich in Essigsäure, unlöslich in erwärmtem Ammoniak.

Auf dieses Verhalten gründet v. Holle seine Hoffnung die Substanz der Krystalle und der Weisskerne jede für sich in reiner Lösung erhalten zu können.

Als Ergänzung zu dem Angeführten mag Folgendes dienen:

Die Weisskerne sind vor dem Kochen in Alkohol unlöslich in Essigsäure, aber löslich schon in kaltem Ammoniak. Ihr Verhalten nach dem Kochen in Alkohol zu Essigsäure und Ammoniak ist also dem vor dem Kochen geradezu entgegen gesetzt. In ihrem Verhalten zu Ammoniak weiter gleichen sie der amorphen Aleuronmasse, gegen Essigsäure dagegen verhalten sie sich gerade umgekehrt wie diese.

Ebenso, wie Kochen in Alkohol verändert auch Kochen in Wasser Weisskerne und amorphe Aleuronmasse.

Auf die Krystalle dagegen wirkt kochendes Wasser anders als kochender Alkohol. Es macht dieselben unlöslich für Essigsäure und für erwärmtes Ammoniak, — coagulirt dieselben. Dabei findet bald eine Umformung in eine knollige,

vacuolige Masse statt, bald bleibt die Krystallgestalt erhalten. Verdünnte Essigsäure macht die Coagula aufquellen.

Kaltes Ammoniak zerklüftet zum Theile die unveränderten Krystalle (ähnlich wie die Krystalle von *Sparganium*).

Concentrirtes kaustisches Kali verändert die Aleuronkörner nicht. Verdünntes löst erst die amorphe Masse, dann auch die Krystalle; von den Weisskernen hebt es erst eine membranartige Hülle ab und lässt dann auch in dem resistenteren Theile zwei bis drei Schichten und eine centrale Höhlung erkennen; Lösung findet auch beim Erwärmen nicht Statt.

Schwefelsäure löst alle Theile.

Ebenso löst Glycerin successive die amorphe Masse und die Krystalle, ohne aber die Weisskerne wesentlich zu alteriren. Auch die Hülle des Korns bleibt meist deutlich zurück.

Sublimat verändert die amorphe und die krystallisirte Aleuronsubstanz. Die Erstere wird unlöslich für Wasser, bleibt aber löslich für Essigsäure und für Ammoniak. Die Zweite, früher unlöslich in kaltem Ammoniak, ist nun löslich für dasselbe. — Die Weisskerne lösen sich in Sublimat unter Zurücklassung einer granulösen Hülle.

3) Das Aleuron von Bertholletia excelsa

ist wieder durchaus krystallinisch, und die Krystallformen sind zum Theile sehr vollkommen ausgebildet. Es finden sich spitze Rhomboeder, wie bei *Sparganium* wieder combinirt mit den basischen Flächen (Fig. 11. A, B, C; vergl. die Figurenerklärg.). Ferner anscheinend reguläre Oktaeder, d. h. von ziemlich gleichseitigen Dreiecken umschlossen (Fig. 11. D—G). Dass diese letzteren Formen nicht dem tesseralen Systeme angehören können, wird eben durch das gleichzeitige Vorkommen der rhomboedrischen Gestalten bewiesen. Dass letztere in der

That Rhomboeder und nicht Hendyoeder sind, dass die Krystalle also dem hexagonalen und nicht dem klinorhombischen Systeme angehören, das wird hinwiederum durch das Vorkommen der oktaedrischen Formen unzweifelhaft gemacht. Diese Oktaeder sind augenscheinlich aus dem Rhomboeder entstanden durch so weit gehende Abstumpfung der Scheitelecken, dass die Abstumpfungsfläche (basische Fläche) in die Randecken zu liegen kommt. (Vergl. Fig. 9. C, in welcher die Randecken mit m, n, o, p, q, r bezeichnet sind.) Beträgt der spitze (für ein spitzes Rhomboeder in der Scheitelecke liegende) Winkel der Rhomboederfläche 60° oder nahezu so viel, so muss durch solche Abstumpfung ein Oktaeder entstehen, welches sich vom Oktaeder des tesseralen Systemes nur dadurch unterscheidet, dass nicht alle seine Flächen gleichen krystallinischen Werth haben. Dagegen müsste eine oktaedrische Gestalt, welche aus dem Hendyoeder durch eine analoge Abstumpfung der beiden im klinodiagonalen Hauptschnitte gelegenen spitzen Ecken mittelst Hemidomen hervorgegangen wäre, eine geneigte Basis besitzen, und ein solches Verhältniss könnte bei Wendung des Krystalles unter dem Mikroskop der Beobachtung sich nicht wohl entziehen, auch wenn sie nicht von Messinstrumenten unterstützt ist. Durch diese Betrachtungen scheint hier auch ohne Winkelmessungen die obige Bestimmung des Krystallsystemes ziemlich sicher zu sein. Eine approximative Messung des spitzen Winkels der Rhomboederfläche an einem durch das Zeichnungsprisma entworfenen Bilde ergab in der That, der obigen Annahme entsprechend, einen Werth von 60°.

Hartig hat die Krystalle von *Bertholletia* gleichfalls für Rhomboeder genommen [1]).

1) Pflanzenkeim 1858. p. 114. Taf. IV. Fig. 29, e.

Den meisten Krystallen hängen knollenförmige Weisskerne an, so gross, dass sie eine Rhomboederfläche häufig ganz einnehmen (Fig. 11. A, x; E, x).

In chemischen Agentien, welche die Krystalle nur unvollständig angreifen, zerfallen dieselben in kleinere Krystalle nach Spaltungsflächen, deren Durchschnitte mit einer Rhomboederfläche wenigstens häufig parallel den Rhomboederkanten gehen — welche also selbst den Rhomboederflächen parallel zu liegen scheinen (Fig. 11. J).

Umsichtige Untersuchung im polarisirten Lichte zeigt sehr deutlich, dass die Krystalle von *Bertholletia* doppelte Brechung, und zwar stärkere als die Krystalle von *Sparganium*, besitzen. Sie erscheinen im Roth der ersten Ordnung, je nach ihrer Lage mit gelben und blauen Farbentönen. An den vollkommener rhomboedrischen Formen lässt sich ferner leicht bestimmen, dass es die Axe der grösseren Elasticität ist, welche mit der krystallographischen Hauptaxe zusammenfällt, dass die Krystalle also (im Gegensatze zu jenen von *Sparganium*) zu den optisch positiven (nach den Anschauungen Holtzmann's, von denen weiter unten die Rede sein wird) gehören. Sie erscheinen nämlich blau, wenn bei der in Fig. 20. angenommenen Lage des Gypsplättchens die krystallographische Hauptaxe in die rechte Diagonale des Gesichtsfeldes, gelb, wenn sie in die linke Diagonale zu liegen kommt [1]).

Hartig [2]) und v. Holle [3]) führen an, dass die Aleuronkrystalle von *Bertholletia* in Wasser sich lösen. Diesen Angaben kann ich gemäss meinen Erfahrungen bei der mikroskopischen Untersuchung nicht vollkommen beipflichten. Ich

1) Die wünschenswerthen Erläuterungen hiezu wird der Leser unten bei der Betrachtung der Dotterplättchen rücksichtlich ihres Verhaltens im polarisirtem Lichte finden.

2) Pflanzenkeim 1858. p. 115.

3) A. a. O. p. 117.

fand, dass Wasser die Krystalle[1]) nur unvollkommen angreift, ähnlich, wie wir das schon bei den Krystallen von *Sparganium* kennen gelernt haben, eine Streifung und Zerklüftung derselben hervorruft und die Bruchtheile bald gänzlich ausser Verbindung treten macht. Da diese Bruchtheile häufig den Weisskernen ziemlich ähnlich sehen, so kann leicht der unrichtige Schluss entstehen, dass die Krystalle durch Lösung verschwunden seien. Die Anwendung von Jod aber weist sie neben den Weisskernen sicher nach. Ueberdiess verändern sich viele Krystalle, zumal die kleineren, am regelmässigsten ausgebildeten, nach mehrtägigem Liegen in öfters erneuertem Wasser nicht im Mindesten. Auch nach wiederholtem Uebergiessen und Schütteln ganz kleiner Mengen der Krystalle mit einer grossen Quantität Wasser in einem Probirröhrchen lassen sich noch immer vollkommen intakte Krystalle neben Krystalltrümmern im Bodensatze nachweisen.

Auch Jod zerklüftet die Krystalle und färbt sie gelbbraun, löst sie aber gleichfalls nicht.

Ammoniak löst die Krystalle unter geringem Aufquellen rasch und vollständig bis auf die Weisskerne.

Concentrirte Kalilauge macht die Krystalle rundlich klumpig, löst sie aber erst bei Verdünnung mit Wasser unter Zurücklassung der Weisskerne.

In Glycerin lösen sich nach längerer (24stündiger) Einwirkung die meisten Krystalle und zwar ohne erst bedeutend aufgequollen zu sein; einzelne aber bleiben ungelöst.

In Salpetersäure werden die Krystalle rundlich, vacuolig und mit der Zeit gelb gefärbt.

---

1) Ich habe zur Untersuchung sowohl solche verwendet, welche von dem Oel des Samens nur durch Andrücken von Filtrirpapier, als auch solche, welche durch Auswaschen mit Alkohol und Aether davon befreit waren.

Das Millon'sche Reagens färbt sie, wie für das Aleuron im Allgemeinen schon angegeben wurde, intensiv (gelb-) roth.

Concentrirte Salzsäure löst rasch. In verdünnter Salzsäure werden sie getrübt wie durch Entstehen sehr kleiner Vacuolen; bei Zusatz von mehr Wasser quellen sie sehr stark auf und scheinen sich endlich zu lösen.

Mässig verdünnte Schwefelsäure (3 Theile englische Schwefelsäure und 1 Theil Wasser) löst etwas weniger rasch als concentrirte Salzsäure. Aus der Lösung schlägt Wasser eine grumöse Masse nieder, welche Schwefelsäure wieder löst.

Sehr eigenthümliche, aber nicht ganz constante Wirkungen ruft Essigsäure hervor. Sie löst einen Theil der Krystalle, lässt aber aus der Lösung schnell eine grumöse Masse fallen, schneller und reichlicher bei Zusatz von Wasser. Andere Krystalle verändert sie äusserlich fast gar nicht, oder macht sie rundlich, aufgequollen und hohl, gleich mit Kali behandelten Amylumkörnern. Auswaschen mit Wasser verkleinert wieder. Ammoniak löst diese Krystallkörner nicht mehr; wohl aber scheint sie verdünntes Kali und mässig verdünnte Schwefelsäure noch zu lösen. Von den Aleuronkrystallen zeigen also die von *Bertholletia* in gleicher Weise ein abweichendes Verhalten gegen Essigsäure, wie von den Proteinstoffen das Casein.

Alkohol und Aether verändern die Krystalle nicht. v. Holle[1]) gibt an, dass sie beim Erhitzen in Alkohol gerinnen. Ich kann diese Angabe nicht bestätigen. Ich fand, dass sie nach dem Kochen mit Alkohol sich gegen Ammoniak, verdünntes Kali, Glycerin, Salzsäure, Schwefelsäure (und auch gegen Essigsäure) ebenso verhalten als vor dem Kochen und durch die Einwirkung des Alkohols um nichts weniger löslich geworden sind.

1) A. a. O. p. 17.

Wohl aber werden die Krystalle coagulirt durch Kochen in Wasser. Die meisten erscheinen darnach abgerundet, theils vacuolig, theils getrübt, besonders der mittlere Theil, wie durch weitgehende innere Zerspaltung. Ammoniak löst sie nun nicht mehr, macht selbst kaum aufquellen. Verdünnte Kalilauge macht beträchtlich aufquellen, vermag aber gleichfalls nicht mehr zu lösen. Ebenso diluirte Schwefelsäure und concentrirte Salzsäure. Die letztere löst erst beim Erwärmen, ohne blaue Färbung.

Richtig ist es, wenn v. HOLLE hervorhebt, dass durch das Kochen in Alkohol die vorher für Essigsäure unlöslichen Weisskerne löslich werden.

Aeusserst werthvolle Beiträge zur Kenntniss dieser Krystalle hat O. MASCHKE[1]) geliefert. Derselbe hält sie für eine Verbindung von Casein mit einer noch näher zu untersuchenden Säure. Beim Verbrennen grösserer Quantitäten verblieb ein geringer Rückstand anorganischer Substanz. Es ist Herrn MASCHKE gelungen, die Substanz aus einer gesättigten Lösung wieder in Krystallform zu gewinnen[2]). Diese künstlich erhaltenen Krystalle, welche ich selbst zu sehen Gelegenheit hatte, stellen vorzugsweise niedere, tafelförmige, sechsseitige Prismen dar. MASCHKE liess sich durch den Umstand, dass er eine Wirkung derselben auf das polarisirte Licht nicht wahrnahm, verleiten, dieselben für Krystalle des regulären Systemes anzusehen. Ich konnte diese künstlich dargestellten Krystalle auf ihr Verhalten zum polarisirten Lichte nicht untersuchen, glaube aber in ihrer Gestalt, im Zusammenhalte mit meinen Beobachtungen über die doppelte Bre-

1) O. MASCHKE, krystallisirte Proteinverbindung. *Journal für praktische Chemie von* O. L. ERDMANN u. G. WERTHER. 1858. Bd. 74. p. 436 (Mittheilung vom 14. August 1858).

2) Eine briefliche Notiz vom 5. Dezember 1858, welche mir vorliegt, ergänzt in dieser Beziehung die citirte Mittheilung.

chung der natürlich vorkommenden Krystalle der gleichen Substanz, einen Beweis für die Richtigkeit der oben entwickelten Ansicht über die Zugehörigkeit dieser zum hexagonalen Krystallsysteme sehen zu dürfen.

IV.

Die Dotterplättchen.

Ausser den Hämatokrystallin- und Aleuron-Krystallen ist zur Vergleichung mit den Krystallen von *Lathraea* schliesslich noch ein Object in Betrachtung zu nehmen, welches zwar noch nirgends als verwandt mit den genannten Gebilden beschrieben ist; vielmehr, obwohl seine regelmässige Form im Allgemeinen mit der von Krystallen verglichen wurde, bestimmt als nicht krystallisirt bezeichnet wird; über dessen Hiehergehörigkeit aber die selbständige Untersuchung mir jeden Zweifel genommen hat. Ich meine die Dotterplättchen[1]).

Wie schon ihr Name andeutet, sind dieselben platte, bald ziemlich quadratische, bald rektanguläre, bald ovale oder nahezu kreisförmige, mikroskopisch kleine Körner einer farblosen, stark lichtbrechenden, glänzenden Substanz, in Unzahl eingebettet in die Dotterflüssigkeit des Fischeies und des Eies der schuppenlosen Amphibien (der Batrachier und Chelonier).

1) Eine vorläufige Notiz über die Resultate meiner Untersuchungen, welche übrigens nur die Frage nach der Krystallnatur der Dotterplättchen näher bespricht, ist bereits am 16. November 1858 in Th. von Siebold's und Koelliker's *Zeitschrift für wissensch. Zool.* (Bd. IX. Heft 4 vom 20. Dez. 1858. p. 529.) übergegangen.

Ob der geringen Grösse dieser Körner, welche oft kaum bis zu 0,002 mm geht (beim Karpfen) und wohl nie 0,04 mm übersteigt (beim Rochen nach VALENCIENNES und FRÉMY) war ihre Erkenntniss natürlich für die Zeit des verbesserten zusammengesetzten Mikroskopes vorbehalten.

Doch findet sich bei NEEDHAM [1]) eine vor mehr als 100 Jahren schon gemachte Beobachtung über die Beschaffenheit der Rocheneier, in welcher von „Dotterkügelchen" die Rede ist. Die Stelle lautet in wörtlicher Uebersetzung wie folgt: „Sie (die Rocheneier) sind, gleichwie die anderen Eier im Innern erfüllt von einem Weissen, welches eine Substanz umgibt, die dem gewöhnlichen Dotter analog, bis auf den Punkt, dass sie weiss ist: erhärtet im heissen Wasser scheint sie auch zusammengesetzt zu sein aus Kügelchen, welche man für kleine Bläschen ansieht, die enthalten, was dem Fötus zur Nahrung dient." — Wir ersehen aus anderen Angaben desselben Forschers [2]), dass seine Mittel bereits hinreichten, um die Molekularbewegung der von ihm für die eigentlichen Pflanzenkeime gehaltenen [3]) Körner im Inhalte des Pollenkornes wahrzunehmen, welche Bewegung später von ROB. BROWN [4]) besonders hervorgehoben und nach ihm benannt wurde. Da nun die Dotterplättchen der Rocheneier an Grösse mittelgrossen Pollenkörnern selbst gleich kommen, so wäre es nicht unmöglich, dass NEEDHAM sie schon wahrgenommen hätte. Wenn Bo-

1) NEEDHAM, nouvelles observ. microscop. Leiden 1747. Chapitre X: Des oeufs de la Raye. p. 108.

2) NEEDHAM, a. a. O. Chap. VII: Sur la poussière qui féconde les plantes. p. 84. Pl. V. Fig. 4, 5.

3) Ebend. p. 89.

4) ROB. BROWN, sur les molecules actives. Ann. des sc. nat. t. XIV. 1828. p. 341 (NB. durch einen Druckfehler in der Paginirung kömmt diese Seitenzahl in dem bezeichneten Bande zweimal vor), und t. XIX. 1830. p. 104.

HADSCH [1]) die Angaben NEEDHAM's nicht bestätigen konnte, so benimmt das denselben Nichts von ihrer Geltung, da BOHADSCH selbst die Schuld davon auf die schwächere Vergrösserung schiebt, mit der er arbeitete. Allein der Wortlaut selbst der angeführten Stelle, in welcher keiner Kügelchen im frischen Dotter und gewissermassen gegensätzlich hiezu ihres Vorhandenseins im gekochten Erwähnung geschieht, mit Hinweisung auf ähnliche Verhältnisse im Hühnerei, macht es wahrscheinlich, dass hier nur an die unregelmässig polyedrischen, in ihrem Durchmesser ungefähr den grösseren Arten des Blüthenstaubes gleichkommenden Massentheile gedacht werden darf, wie sie den grössten Theil des Dotters im hart gekochten oder an der Luft (deren Feuchtigkeit nach VALENCIENNES und FRÉMY das Vitellin sich ausscheiden macht) erhärteten Eie bilden [2]). Jedenfalls hat NEEDHAM die Dotterplättchen, auch

---

1) J. B. BOHADSCH, de quibusdam animalibus marinis. Dresdae 1761. Cap. IX: De cujusdam Rajae ovis. p. 142.

2) Diese polyedrischen Dottertheile entstehen beim Erhärten des Eies bekanntlich durch gegenseitige Abplattung aus den so genannten „Dotterbläschen" (KOELLIKER, „grossen Dotterkügelchen" PREVOST und LEBERT, „Dotterzellen" and. Aut.), eigenthümlichen Elementarbläschen, welche eine sehr zarte Membran und als Inhalt flüssiges Eiweiss und Fetttropfen, dabei aber nicht die Bedeutung von Zellen besitzen (KOELLIKER, Handbuch der Gewebelehre, 3. Aufl. Leipz. 1859. p. 15), sich den Milchkügelchen ähnlich verhalten (LEHMANN, phys. Chem. 2. Aufl. Bd. II. Leipz. 1853. p. 306), eine Grösse von 0,02 — 0,06 mm und selbst 0,1 mm und ein granulirtes Aussehen haben und bei gegenseitiger Abplattung eine „krystallartige", sechsseitigen Prismen ähnliche Gestalt annehmen (PREVOST und LEBERT, mémoire sur la formation des organes de la circulation et de sang dans l'embryon du poulet, *Annal. des scienc. nat.* 3me sér. t. I. 1844. p. 268, 271; Pl. XI. Fig. 9).

Auf diese polyedrischen Dottertheile, oder Dotterkörner, wie sie gewöhnlich genannt werden, bezieht sich gemäss freundlichst gewährter brieflicher Aufschlüsse die folgende Angabe von PURKINJE im Artikel „Ei" des *Berliner encyclopädischen Wörterbuches der medicinischen Wissenschaften* (Bd. 10. 1834. p. 107): „Einem mässigen Grade von

wenn er sie wahrgenommen, nicht unterschieden von jenen Massentheilen, welche im gekochten und zerdrückten Fischei neben den Dotterplättchen in Gestalt unregelmässig geformter Eiweissschollen auftreten.

Die Formbestandtheile des frischen Dotters scheinen überhaupt erst von dem zweiten Decennium unseres Jahrhunderts an die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen zu haben. GRUITHUISEN [1]) bildete mehrere Formen derselben aus dem Hühnerei ab und beschrieb ihre eigenthümliche Bewegung (Molekularbewegung). BURDACH [2]) erwähnt ihrer. v. BAER [3]) beschreibt sie mit Sorgfalt für das Vogelei, flüchtiger für das der Säugethiere [4]), für welche R. WAGNER [5]) und namentlich VALENTIN [6]) Näheres geben. ASCHERSON [7]) untersuchte ihre innere Natur. In den meisten embryologischen und oologischen

---

Hitze ausgesetzt, so dass der Dotter eine ziemlich feste Consistenz erhält, finden wir kleine rhomboedrische oder oktaedrische Krystalle in ihm; ja unter günstigen Umständen kann man fast die ganze Dottermasse in ein Aggregat solcher Krystalle verwandeln." – Ich hebe diese Dinge hervor, um jede Verwechselung dieser krystallartigen Gebilde mit den Dotterkörnern, von welchen hier die Rede sein soll (den Dotterplättchen), und welche wir später als nicht bloss scheinbare, sondern als wirkliche Krystalle kennen lernen werden, auszuschliessen.

1) P. GRUITHUISEN, Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München 1812. Taf. III. p. 166.

2) BURDACH, Physiologie. Bd. II. 1828. p. 51.

3) K. E. v. BAER, über Entwickelungsgeschichte der Thiere. Bd. II. Königsberg 1837. p. 19.

4) Ebend. p. 184; ferner in HEUSINGER's *Zeitschr. der org. Physik.* Bd. II. 1828. p. 125.

5) R. WAGNER, Beiträge zur Geschichte der Zeugung u. Entwickelung, I. über den feineren Bau des Säugethiereies. Abhandl. der math.-phys. Classe der kön. bair. Akad. der Wissensch. Bd. II. München 1837. p. 527, 533. Tab. I. Fig. 1.

6) G. VALENTIN, Handb. der Entw.-Gesch. des Menschen. Berlin 1835. p. 20.

7) Dr. ASCHERSON, über den physiol. Nutzen der Fettstoffe und über eine neue Theorie der Zellenbildung. MUELLER's *Archiv* 1840. p. 49.

Schriften aus jener, wie auch noch aus späterer Zeit ist übrigens fast ausschliesslich auf die morphologischen Verhältnisse und Veränderungen bei der Keimbildung Rücksicht genommen.

Was die Thiergruppen betrifft, welche uns zunächst hier angehen, so finde ich die erste, auf die Dotterplättchen beziehbare Angabe über das Vorkommen bestimmter Formbestandtheile in dem Eie der Batrachier bei BAUMGAERTNER [1]), während DUTROCHET [2]), PESCHIER [3]), HOME [4]), PREVOST und DUMAS [5]), BAER [6]), RUSCONI [7]) und Andere die Sache übergehen. BAUMGAERTNER macht leicht wahrnehmbare grössere und kleinere staubartige „Dotterkörner" namhaft und bildet sie als rundliche Kügelchen ab. Zugleich unterscheidet er sie bestimmt von den Furchungskugeln des Dotters [8]). Eine vollkommnere Darstellung davon gibt derselbe in seinen neueren Arbeiten [9]).

---

1) K. H. BAUMGAERTNER, Beobacht. über die Nerven und das Blut. Freiburg 1830. p. 25. Tab. V. Fig. 6.

2) DUTROCHET, Untersuchung. über die Eier und Larven der Batrachier. MECKEL's *Archiv.* Bd. I. 1815. p. 156; Bd. IV. 1818. p. 293; Bd. V. 1819. p. 556.

3) PESCHIER, chem.-physiol. Bemerkungen über den Froschlaich. MECK. *Archiv.* Bd. III. 1817.

4) E. HOME, über die Fetterzeugung im Darmkanale der Froschlarve. MECK. *Archiv.* Bd. IV. 1818. p. 281. — Observations on the changes the ovum of the Frog undergoes during the formation of the Tadepole. *Philos. Trans.* 1825. P. I. p. 81.

5) PREVOST et DUMAS, développement de l'oeuf des Batraciens. *Ann. des scienc. nat.* t. II. 1824. p. 100 u. 129; übersetzt in *Froriep's Notiz.* Bd. VIII. 1824. p. 337.

6) v. BAER, die Metamorph. des Ei's der Batrachier. MUELL. *Arch.* 1834. p. 481.

7) RUSCONI in MUELL. *Arch.* 1836. p. 205.

8) BAUMGAERTNER, Beiträge zur Entwicklungsgesch. MUELL. *Arch.* 1835. p. 563.

9) Ders., Lehrbuch der Physiol. Stuttgart 1853. p. 5. — Physiol. Atlas. Tab. I. Fig. 15.

R. WAGNER [1]) bildet die „Dotterkörner“ des Frosches noch ebenso unvollständig ab, wie früher BAUMGAERTNER. Er führt an, dass sie in den jüngeren Eiern (von $^1/_{25}$‴ Durchmesser) noch nicht zu finden sind.

Erst ein Jahrzehnt nach BAUMGAERTNER's erster Erwähnung wurde die Natur dieser Körperchen zu einer besonderen Untersuchungsfrage gemacht.

REICHERT [2]) findet das allgemeine Aussehen der Dotterplättchen (welche er „Kügelchen“ nennt, während er die aus ihnen zusammengesetzten Furchungskugeln, denen er Zellennatur zu vindiciren sucht, als „Dotterkörperchen“ bezeichnet) ziemlich ähnlich dem kleiner Fetttropfen, bemerkte jedoch sehr wohl, dass sie sich schwer zerdrücken lassen und nicht in einander fliessen. Sie erschienen ihm später, während der Entwicklung des Embryo, „deutlich als Nahrungsinhalt von Zellen“ und heissen ihm fortan „Nahrungskügelchen“ [3]).

BERGMANN [4]) hat zuerst ihre regelmässige Form näher in's Auge gefasst. Er bezeichnet sie als vermuthlich platte, tafelförmige Quadrate oder Parallelogramme, deren längere Seiten etwas convex verlaufen (Fassform). Aber ihre Natur erklärt er sich dahin, dass sie wenigstens bestimmt keine Zellen seien. Am schärfsten und ausgebildetsten sind sie in den reifsten Eiern. Sie werden von den in der Folge sich bildenden Zellen umschlossen, ja finden sich selbst noch in Muskelprimitiv-

---

1) R. WAGNER, Prodromus historiae generationis, Lipsiae 1836. p. 10. Tab. II. Fig. XXXVI[a]; und a. o. a. O. p. 582 (über das unbefruchtete Ei der Amphibien überhaupt u. das der Frösche insbesondere).

2) K. B. REICHERT, das Entwickelungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840. p. 6.

3) Ders., über den Furchungsprocess der Batrachiereier. MUELL. *Arch.* 1842. p. 523.

4) BERGMANN, die Zerklüftung und Zellenbildung im Froschdotter. MUELL. *Arch.* 1841. p. 89.

bündeln des Embryo, in welchen schon an dsr Scheide eine Faserschicht abgelagert ist[1]).

C. Vogt[2]) beschreibt und zeichnet sie (für *Alytes obstetricans)* als mehr oder minder quadratische Täfelchen mit abgestumpften Ecken und Kanten. Er legt ihnen wachsartige Consistenz bei und war zuerst bemüht ihre Natur in chemischer Hinsicht aufzuhellen. „In kochendem Weingeist und Aether lösen sie sich leicht und lässt sich durch Wasser aus dieser Lösung eine fette Substanz abscheiden. Es sind demnach diese quadratischen Täfelchen nichts Anderes als Ablagerungen eines ziemlich festen Fettes (Stearin?)." Kleinere, punktförmige Massen zwischen diesen Stearintäfelchen hält derselbe für unausgebildete Plättchen, welche nach und nach heranwüchsen.

Prevost und Lebert[3]) schliessen sich ganz den Anschauungen Vogt's sowohl über die Form als über die Natur der Dotterplättchen *(„globules primitifs")* an. Sie fanden ihre Grösse im unbefruchteten Ei = 0,004 bis 0,008 mm; im befruchteten dem Längsdurchmesser nach = 0,0087 und 0,01 mm, dem Breitendurchmesser nach = 0,005 bis 0,0062 mm. Die Molekularkörnchen, welche hier zwischen ihnen vorkommen geben sie auf 0,0012 bis zu 0,0025 mm an.

---

1) Bergmann, zur Verständigung über die Dotterzellenbildung. Mueller, *Arch.* 1842. p. 96.

2) Carl Vogt, Untersuch. über die Entw.-Gesch. der Geburtshelferkröte *(Alytes obstetricans)*, Solothurn 1842. p. 2 und 3. Taf. II. Fig. 1. — und:
Quelques observations sur l'embryologie des Batraciens, *Ann. des scienc. nat.* 3me sér. t. II. 1844. p. 45.

3) Prevost et Lebert, mémoire sur la formation des organes de la circulation et du sang dans les Batraciens. *Ann. d. scienc. nat.* 3me sér. t. I. 1844. p. 195, 197, 227; Pl. XI. Fig. 4, 7.

H. Cramer [1]) verfolgte die Entwicklung der in Rede stehenden Gebilde, hebt ihre platte, tafelförmige Gestalt und ihre solide Beschaffenheit hervor und gebraucht zu ihrer Bezeichnung zuerst den Ausdruck „Dotterplättchen".

Remack [2]) hielt die quadratischen Dottertafeln, gleichwie Vogt, für Fett, umschlossen von einer durchsichtigen Hülle (fetthaltige Bläschen), und schrieb ihnen einen geschichteten Bau zu. Er fand sie noch in den Zellen, welche die Grundlage des Cylinderepithels des Darmrohres ausmachen.

Rusconi [3]) gibt das Vorkommen von Körnern verschiedener Grösse auch im Ei des Erdsalamanders an.

Virchow weiter auch für die Tritonen. Derselbe richtete seine Untersuchungen hauptsächlich auf die chemischen Eigenschaften der Dotterplättchen. Ich werde seine Angaben hierüber im Verfolge darlegen; desgleichen die in der gleichen Richtung geführten Arbeiten von Valenciennes und Frémy.

O. Funke [4]) benennt und zeichnet die Dotterplättchen aus dem Froschei (unrichtig) als „rhombische Plättchen".

Für die Schildkröten gibt Flourens [5]) einen aus kleinen Kügelchen zusammengesetzten Dotter an *(un jaune globuleux)*; es bleibt zweifelhaft ob darunter die Dotterplättchen gemeint sind, oder die Dotterzellen (Dotterbläschen), in

---

1) Herm. Cramer, Bemerk. üb. d. Zellenleben in d. Entwicklung d. Froscheies. Muell. *Arch.* 1848. p. 20. Fig. 1.

2) R. Remack, über die Entwickl. der Muskelprimitivbündel. *Froriep's Notizen* 1845. No. 768; ferner:

Ueber extracellulare Entstehung thierischer Zellen etc. Muell. *Arch.* 1852. p. 47, und:

Ueber runde Blutgerinnsel u. pigmenthaltige Zellen. Ebend. p. 151.

3) Rusconi, Histoire nat. de la Salamandre terrestre, Pavia 1854. pag. 26.

4) O. Funke, Atlas der physiol. Chemie, 2. Aufl., Leipz. 1858. Taf. V. Fig. 6.

5) Flourens, cours sur la génération, l'ovologie et l'embryologie, Paris 1836. p. 160.

welche die Plättchen hier, wie gleich näher zu erörtern, eingeschlossen sind.

Rathke [1]) bildet Formelemente des Dotters von *Testudo europaea* ab, welche er Dotterkörner nennt, jedoch für zellenartige Gebilde erklärt, von 0,0006 bis 0,003″ Durchmesser (wenn rheinisches Maass = 0,0156 bis 0,078 mm), mit einer ziemlich dicken und recht festen häutigen Wandung und einer oder mehreren kleinen, dickwandigen, eckigen Blasen im Inneren, die die Stelle von Kernen vertreten und mit farblosem flüssigem Fett erfüllt sein sollen. Wenn auch die hier gemachten Angaben über die Grösse und Beschaffenheit der Dotterzellen und ihrer Einschlüsse, mit den Angaben anderer Beobachter (Valenciennes und Frémy, Agassiz) nicht vollkommen quadriren, so ist doch im Vergleiche damit nicht zu verkennen, dass die fetthaltigen Blasen Rathke's nichts Anderes sind, als die eigenthümlichen Dotterplättchen.

Nach Valenciennes und Frémy [2]) sind die Dotterplättchen der Schildkröten, wie sie beim Vermischen des Dotters mit Wasser sich zu Boden setzen, abgerundet oder etwas eiförmig und bedeckt mit kleinen Runzeln, bei *Testudo europaea* von 0,06 mm, bei *T. mauritanica* sogar von 0,1 mm Grösse. Sie scheinen in eine sehr zarte Membran eingehüllt zu sein. Die Angaben über ihre chemische Natur werden weiter unten ihren Platz finden.

Sehr eingehend hat sich Agassiz [3]) mit den Dotterplättchen der Schildkröten und den sie umschliessenden Zellen

---

1) H. Rathke, über die Entwicklung der Schildkröten, Braunschw. 1848. p. 4. Tab. I. Fig. 1.

2) Comptes rendus XXXVIII (1854). p. 571, und an andern weiter unten anzuführenden Orten.

3) Louis Agassiz, Contributions to the Natural History of the United States of America. Vol. II. Part. III. *Embryology of the Turtle.* Boston 1857. pag. 472 und im Vorausgehenden, p. 516 ff.

(? Dotterbläschen) beschäftiget, namentlich in Rücksicht auf die Bildungsgeschichte beider. Er glaubt sich durch seine Studien berechtigt, eine besondere, den gewohnten Anschauungen entgegengesetzte Theorie der freien (endogenen) Zellbildung aufzustellen. Nach ihm entstehen die Dotterzellen im jugendlichen Eie um homogene, hyaline Eiweisstropfen oder Eiweisskugeln, welche an die Stelle früher vorhandener Körnchenhaufen treten, durch seitliches Zusammentreten der Oberflächenmoleküle zu einer Membran. Der Bildung dieser Zellmembran („Ectoblast") folgt die Bildung eines bläschenartigen Zellkernes („Mesoblast") im Inneren der Zelle. In seinem Inneren erscheinen dann unregelmässig eckige, krystallartige Körperchen, „Entoblasten", wie sie Agassiz nennt, um den Ausdruck Kernkörperchen *(nucleolus)* und alle Vorstellungen, die sich daran knüpfen, auszuschliessen. Diese Entoblasten sind nichts Anderes als die Dotterplättchen der Autoren, ausgezeichnet durch scharfe Contourirung und scharfe Winkel, wachsartige Consistenz und haufenartige Aggregation innerhalb der Dotterzellen. Sie nehmen alsbald an Zahl und Grösse zu und füllen den Zellkern gänzlich aus, welcher seinerseits sich ebenfalls stark vergrössert hat, so dass seine Membran unmittelbar der Zellmembran anliegt. Bis zur Reife des Eies haben sie noch manche Veränderung zu erfahren. Ihre Anzahl nimmt wieder ab, sie werden abgerundet und zum Theile verflüssigt und eine neue Generation tritt an ihre Stelle. Nach der Befruchtung werden sie rasch vermehrt bis zu Hunderten in jeder Zelle, wie es scheint nicht durch Theilung, sondern durch Neubildung. Nur bei der fortgesetzten Theilung des Mesoblasts, welche gleichfalls nach der Befruchtung Statt hat, scheint zuweilen auch eines der Dotterplättchen von der Theilungsebene zugleich mit durchschnitten zu werden.

Agassiz schreibt den ausgebildeten Dotterplättchen eine

dicke, doppelt contourirte Wandung aus einem spröden Stoffe zu, in welcher Druck parallele, stellenweise auch schief sich kreuzende Spalten hervorruft, und einen goldgelben, zähflüssigen, fetten Inhalt. Hitze macht sie mit einander verschmelzen zu einer durchsichtigen, lichten, gelben Masse. In Essigsäure schwellen sie auf und platzen dann und werden endlich zerstört. Kaustisches Kali macht sie aufquellen und löst ihren Inhalt rasch. Durch Wasser werden sie nicht verändert. Dagegen macht Wasser die zarte Membran der Dotterzellen platzen; dadurch sollen übrigens die Dotterplättchen nicht frei werden, sondern noch von den Kernmembranen umschlossen bleiben. —

Wenden wir uns nun zu den Dotterplättchen der Fische, so muss es zunächst auffallen, dass sich über dieselben, obschon sie ihrer bedeutenderen Grösse halber weit leichter in die Augen fallen und weit mehr zu Untersuchungen über das Wesen solcher Körperchen geeignet sind, doch weit weniger Angaben in der Literatur vorfinden, als über die Dotterplättchen der Batrachier. Der Grund davon scheint ausser dem, dass die letztere Thiergruppe lange Zeit fast ausschliesslich das Material zum Studium der Entwicklungsgeschichte lieferte, darin zu liegen, dass die Dotterplättchen der Fische, wenigstens der Knochenfische, bei der Reife des Eies, lange vor der Befruchtung und Embryobildung, wieder verschwinden. Dieser Umstand macht es sogar fraglich, ob die wenigen Angaben über „Kügelchen“ und „mannichfache kleine Massen von verschiedener Grösse“ im Dotter, wie sie bei Home [1]), Prevost [2]) und v. Baer [3]) sich finden, hieher gehören, oder ob sie nicht

1) E. Home, über die Fortpflanzungsart der Lamprete und des Ingers. *Iris* 1817. Sp. 37.

2) Prevost, de la génération chez le Séchot (*Mulus Gobio*). *Ann. des scienc. nat.* t. XIX. 1830. p. 315. — Uebersetzt in *Froriep's Not.* Bd. XXIX. p. 225 (Jan. 1831).

3) K. E. v. Baer, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte

vielmehr sich auf molekulare Körnchen und bei den ersteren beiden vielleicht auch auf Fetttröpfchen oder Dotterbläschen (Dotterzellen Autor.) sich beziehen. Mit mehr Sicherheit sind schon die kleinen, undurchsichtigen, dunkelschattigen Körnchen hieher zu beziehen, welche Vogt [1]) im Dotter des unreifen Eies von *Coregonus Palaea* Cuv. im Gegensatze zu dem vollkommen klaren Dotter des reifen Eies [2]) angibt.

Eine eingehende Beschreibung der Dotterplättchen gibt J. Mueller [3]) bezüglich der Rochen, Haie und Myxinen. Er fand sie bei den letztgenannten Gruppen und bei den Zitterrochen meist oval und etwas platt, seltener rundlich, in ihrem Inneren mit eigenthümlichen Absonderungen der Quere nach, und bald in einer Zelle liegend, bald frei; bei den Rochen fast durchgehends frei schwimmend, viereckig und platt gedrückt, einem Kissen ähnlich, mit mehr oder weniger abgestumpften Ecken und parallelen oder zuweilen auch gekreuzten Absonderungslinien im Inneren. Er scheint geneigt diese Gebilde als Zellen zu deuten, sieht sich durch dieselben aber zugleich an die Stärkemehlkörner der Pflanzen und ihre Ablagerungszonen erinnert, so dass er die Frage offen lässt, ob sie nicht, wie die Amylumkörner, solide Massen seien. Sie sollen sich theils primär in Zellen, theils durch Theilung bilden. —

Ob die Dotterplättchen auch noch bei anderen als den bisher genannten Thiergruppen vorkommen, lässt sich nach

---

der Fische, nebst einem Anhange über die Schwimmblase. Leipzig 1835. p. 7.

1) C. Vogt, Embryologie des Salmons (Bd. I der *Histoire nat. des poissons d'eau douce par* L. Agassiz), Neuchatel 1842. p. 1 und 2. Tab. I. Fig. 3 — 6.

2) Ebend. p. 8 und 11, Tab. I. Fig. 7 und 8.

3) J. Mueller, über den glatten Hai des Aristoteles. *Abhandl. der kön. Akademie der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre* 1840. p. 221. Tab. V. (Gedruckt 1842; gelesen am 11. April 1839 und 6. August 1840).

den meist sehr unbestimmten Angaben der Autoren über die Beschaffenheit des Dotters, wenn solche überhaupt gemacht sind, nicht entscheiden. Zwar beschreibt RATHKE[1]) den Dotter der Wasserassel (*Oniscus aquaticus*) als bestehend aus einer sehr grossen Anzahl von Körnern, die dicht gedrängt beisammen liegen, weich, mehr oder weniger kugelförmig und von verschiedener Grösse sind; weiter den Dotter der Kellerassel (*Oniscus Asellus*) als körnig und fest[2]), und von den Körnern, oder Kügelchen, im Dotter von *Daphnia Pulex* heisst es[3]): „Diese Dotterkügelchen sind keine Blasen, sondern vielmehr ganz solide Massen, wie bei der Untersuchung in Weingeist gelegener Massen sich herausstellt. Ueberhaupt will es mir scheinen, dass die Dotterkügelchen sowohl der Crustaceen, als der Mollusken nicht mit einer Flüssigkeit gefüllte Blasen, sondern dichte und weiche Massen sind, die jedoch im Inneren eine geringere Dichtigkeit als an der Oberfläche haben.“ Bei den Insekten ferner spricht schon POSSELT[4]) von unzähligen, vollkommen durchsichtigen, grösseren und kleineren Kügelchen, welche das Innere des Eies bilden, und nach STRAUS-DUERKHEIM[5]) besteht der Inhalt des Maikäfereies aus rein weissen, rundlichen Körnern von 0,01 mm Grösse. Allein in diesen und vielfachen ähnlichen Angaben, welche hier übergangen werden mögen, liegt keinerlei Gewähr, ob nicht Fetttropfen oder Dotterbläschen oder andere Dinge unter jenen

1) H. RATHKE, Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere. Erster Theil, Leipzig 1832. p. 3. Tab. I. Fig. 1 — 4.

2) Ebend. Zweiter Theil. 1833. p. 72. Tab. VI. Fig. 1 und 2.

3) Ebend. Zweiter Theil. p. 87.

4) K. FR. POSSELT, Beiträge zur Anatomie der Insekten. Tübingen 1804. p. 9.

5) H. STRAUS-DUERKHEIM, considerations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du *Melolontha vulgaris* (HANNETON). Paris 1828. p. 303.

Körnern und Kügelchen zu verstehen sind. So wenig übrigens auf sie ein Schluss über die weitere Verbreitung der charakteristischen Dotterplättchen gegründet werden mag, so sind sie doch immerhin geeignet, zu einer kritischen Wiederholung der betreffenden Untersuchungen aufzufordern, damit wir über das allgemeinere oder beschränktere Vorkommen dieser interessanten Gebilde in's Reine kommen mögen. —

Hinsichtlich ihrer chemischen Eigenschaften wurden die Dotterplättchen vorzüglich von VIRCHOW, sowie von VALENCIENNES und FRÉMY untersucht. Von ersterem wurde der mikrochemische Weg eingeschlagen, von letzteren beiden Forschern, so viel thunlich, die gewöhnliche chemische Analyse versucht.

VIRCHOW[1]) entkräftet zunächst die oben angeführte Ansicht C. VOGT's und REMACK's über die Fettnatur der Plättchen. Als Untersuchungsobjekte dienten ihm die Dotterplättchen von Karpfen, von Fröschen, Kröten und Tritonen. Die Eier des erstgenannten Thieres waren aus der Bauchhöhle genommen worden, die des zweiten zum Theile gleichfalls, zum Theile aber auch nach dem Legen untersucht, wie diess ausschliesslich für die letzteren beiden Thierarten der Fall war. Es zeigten sich keine auffälligen Verschiedenheiten zwischen den Plättchen der genannten Thiere bei der chemischen Untersuchung und deshalb wurden die Resultate auch nicht strenge gesondert gehalten. Es sind im Wesentlichen folgende: Kochender Alkohol löste die Körperchen (des Frosches und von Triton) nicht, wie VOGT irrthümlich angegeben hatte,

---

1) R. VIRCHOW, über Sarcine. *Froriep's Not.* 1846. Mai. No. 825. Sp. 173, und:

— — über die Dotterplättchen bei Fischen und Amphibien. TH. v. SIEBOLD und KOELLIKER's *Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie.* Bd. IV. (1853.) Heft 2. 1852. p. 236.

und machte sie höchstens etwas dichter und glänzender. Durch Kochen mit concentrirter Salpetersäure wurden die Plättchen (des Karpfen) nicht zerstört und keine grössere Menge Fettes frei. Uebrigens schien Kochen mit concentrirtem Alkohol und Salpetersäure auch keine Coagulation „im Sinne der Albuminate" hervorzubringen, da sich Frosch- und Karpfendotter nach dieser Behandlung gegen andere Reagentien fast unverändert verhielten. Aether bewirkte ebenfalls keine Lösung der Plättchen. Dagegen quollen sie darin, sowie in (verdünnter) Essigsäure, in schwächeren Lösungen von Mineralsäuren und Alkalien, in Chloroform, Glycerin und anderen Substanzen ausserordentlich auf, um das Doppelte, Dreifache und mehr ihres Durchmessers und zerklüfteten sich bei längerer Einwirkung allmälig meist der Quere nach in Scheiben und diese sich wieder in kleinere Körner (bei den Tritonen und bei Bombinator soll die Vergrösserung hauptsächlich nach einem Durchmesser geschehen). Liess man diese Substanzen, besonders Essigsäure und Alkalien, schnell und concentrirt einwirken, so verschwand zuweilen Alles bis auf kleine, häutig aussehende Partikeln. Rasche Einwirkung von Aether machte ganz frische Plättchen zuweilen zerplatzen. Nach der Ausdehnung durch Säuren, insbesondere durch Essigsäure, konnten die Plättchen durch Zusatz von Kochsalzlösung oder von Kaliumeisencyanür wieder auf ihr früheres Volumen und Aussehen zurückgeführt werden. Concentrirte Salpetersäure färbte die Plättchen gelblich; Zusatz von Kali oder Ammoniak gab ihnen nun das intensiv gelbe Aussehen „der xanthoproteinsauren Salze", und ein geringer Ueberschuss löste sie. Auf successive Einwirkung von Jod und Schwefelsäure wurden die Körner gelb. Das Millon'sche Reagens färbte jedes Plättchen durch und durch intensiv roth. Schon einmal getrocknete Körperchen aus Tritoneneiern zeigten nach Behandlung mit concentrirter Salzsäure einen blauen Schein, „der besonders

deutlich wurde, nachdem sie einige Male damit aufgekocht waren". Rauchende Schwefelsäure zerstörte sie.

Virchow sieht sich wie J. Mueller durch die Dotterplättchen an die Stärkemehlkörner der Pflanzen und ihre Ablagerungsform erinnert. Doch konnte er eine regelmässige Umlagerung in concentrischen Schichten ebenso wenig als eine besondere Hülle daran auffinden, wenn ihm gleich das angegebene Verhalten für „eine Art Schichtung, hervorgegangen aus abwechselnden Lagen verschiedener Substanzen", zu sprechen schien. Er hält sie für solide Massen. Ihr Wachsthum schien ihm durch Apposition, nicht nach Zellenart durch Intususception vor sich zu gehen. Die angeführten Ergebnisse, zusammengehalten mit den Gobley'schen Analysen von Karpfeneiern[1]), nach welchen die Hauptmasse der organischen Dottersubstanzen aus einem eiweissartigen Körper, dem Paravitellin (52,60 % C; 7,74 H; 15,15 N; 0,90 S; 0,37 P und 24,13 O) besteht, machen es Virchow wahrscheinlich, dass die Dotterkörner ein Gemisch dieses eiweissartigen Körpers mit anderen eigenthümlichen, von Gobley als Lecithin und Cerebrin bezeichneten Stoffen sein, und dass durch chemische Reagentien ein Theil dieser Stoffe gelöst werde, während der andere seinen inneren Zusammenhang verliere, aufquelle, zerklüftet und durch das einwirkende Lösungsmittel zersprengt werde. Er findet eine Stütze für seine Annahme in dem Umstande, dass nach den Untersuchungen Lehmann's[2]) die amorphen dunkeln Körnchen des Hühnerei-Dotters gleichfalls aus Proteinsubstanzen bestehen — „reines, alkali-

1) Gobley, recherches chimiques sur les oeufs de carpe. *Journ. de Pharm. et de Chim.* 3me sér. t. XVII. 1850. p. 401; t. XVIII. 1850. p. 107. — Siehe auch *Compt. rend.* T. XXI. p. 766 (Sitzung vom 29. Sept. 1845).

2) C. G. Lehmann, Lehrbuch der phys. Chemie, 1. Aufl. Bd. II. 1850. p. 349 und Zoochemie 1858. p. 282.

freies Casein sind, welches gleich dem gewöhnlichen Casein reich an Kalkphosphaten ist."

Valenciennes und Frémy haben bei ihren ausgedehnten Untersuchungen über die Zusammensetzung der Eier[1]) Mittel gefunden, die Dotterplättchen der chemischen Analyse zu unterwerfen. Es erwiesen sich hiezu die der Knorpelfische tauglich, welche in Wasser unlöslich und deshalb leicht in grösserer Quantität rein zu erhalten sind (durch Decantiren und Auswaschen des anhängenden Fettes mittelst Alkohol und Aether). Dieselben bestehen den angestellten Untersuchungen gemäss aus einer eigenthümlichen Substanz, welche Valenciennes und Frémy Ichthin nennen.

Diese Substanz enthält in 100 Theilen 51,0 C; 6,7 H; 15,0 N; 1,9 P und 25,4 O. Schwefel scheint sie nicht zu enthalten. Beim Verbrennen hinterlässt sie eine kaum wahrnehmbare Quantität Asche. — Das Ichthin nähert sich somit in seiner Zusammensetzung noch mehr den eigentlichen Proteinstoffen, als den nächsten Verwandten und Abkömmlingen derselben, wie Leim, Fibroin etc., welche unter die Proteinkörper im weiteren Sinne mit eingerechnet werden. Als nächstverwandt erscheint einerseits das Legumin (50,59 C; 6,83 H; 16,54 N; 25,57 O; 0,47 S nach Rueling), andererseits das Chondrin (50,754 C; 6,904 H; 14,692 N; 27,650 O und S nach Scherer), vor welchen es namentlich durch den grossen Ge-

---

1) A. Valeciennes et Frémy, recherches sur la composition des oeufs dans la série des animaux, *Compt. rend.* T. XXXVIII. p. 469, 525, 570 (Sitzung vom 13., 20. und 29. März 1854). — Auch in: *Journ. de Pharm. et de Chim.* 3me sér. t. XXV. 1854. p. 321, 415; t. XXVI. 1854. p. 5; — *Silliman American Journal.* 2me sér. Vol. XIX. 1855. p. 38, 238; im Auszug: *Jahresbericht der Chemie von* Liebig und Kopp *für* 1854. Giessen 1855. p. 684. — Ferner:

— — recherches sur la composition des oeufs et des muscles dans la série des animaux, *Annales de Chimie et de Physique*, 3me sér. t. L. 1857. p. 129.

halt an Phosphor und den wahrscheinlichen Mangel an Schwefel ausgezeichnet ist. GERHARDT[1]) legt auf diese Verschiedenheiten kein Gewicht und reiht das Ichthin mit dem Hämatokrystallin zunächst dem Albumin an.

Das Ichthin ist nach VALENCIENNES und FRÉMY ausser in Wasser unlöslich auch in Alkohol und Aether; löslich in Salzsäure ohne violette Färbung (wodurch es sich vom Albumin und Vitellin unterscheidet), ferner in allen concentrirten Säuren, unter den verdünnten dagegen nur in Essigsäure und Phosphorsäure, langsam in wässerigem Kali oder Natron, wie es scheint nicht in Ammoniak. Die Ichthin-Körner (Dotterplättchen) sind weiss, vollkommen transparent und bleiben so auch nach längerem Kochen in Wasser. Was ihre Form betrifft, so ist dieselbe constant für jede Species, aber verschieden bei verschiedenen Species. Sie bilden rektanguläre Täfelchen mit abgerundeten Kanten (*arêtes arrondies*) und abgestumpften Ecken (*angles émoussés*), die grössten von 0,04 mm bei *Raja clavata L.*; sie sind elliptisch oder kreisrund, von 0,02 mm bei *Torpedo marmorata;* sehr lang gestreckt oval bis zu 0,06 mm, mitunter hexagonal, bei *Squalus galeus L.* u. s. f. Die rektanguläre Form kommt im Allgemeinen den oviparen Species, wie den Rochen und der Roussette zu, die ovale den ovoviviparen (Entootoka Leukart), den Haien nämlich und Zitterrochen. In den unentwickelten Eiern von 1 — 5 mm hatten die Plättchen dieselbe Form, wie in den reifen, aber ihre Grösse ging nicht über 0,02 mm. Sie wachsen also mit der Ausbildung und Grössenzunahme der Eier. Bei dem Versuche, die Plättchen von Raja zu zertrümmern, zeigt sich, dass dieselben im Allgemeinen sich nach den geraden

1) CH. GERHARDT, Lehrbuch der organischen Chemie (deutsch unter Mitwirkung von Prof. Dr. RUD. WAGNER). Bd. IV. Leipzig 1857. p. 484.

Durchmessern des Rechteckes, nicht nach den Diagonalen, spalten. Sie fühlen sich milde an und sehen bis zu einem gewissen Punkte dem Amylum gleich. An einzelnen ist eine Neigung sich zu theilen bemerkbar. VALENCIENNES und FRÉMY haben sich die Frage gestellt, ob die Ichthin-Körperchen nicht etwa kleine Krystalle seien, eine Frage, welche auch schon C. VOGT[1]), indem er die Dotterplättchen als „Stearintäfelchen" bezeichnete und LEHMANN[2]), welcher sie, ihm folgend, „Tafeln theils quadratischer theils anderer krystallinischer Form" nennt, weniger aber AGASSIZ[3]), für welchen „die krystallartige Gestalt" seiner Entoblasten gegenüber ihrer „doppelt contourirten Membran und ihrem visciden, fettartigen Inhalte", keinerlei Gewicht hat, vor Augen gelegen zu haben scheint, auf welche aber keiner der Genannten eine bestimmte Antwort zu geben im Stande war. Diess versuchten zuerst VALENCIENNES und FRÉMY, und ich setze die Stelle, in welcher sie die Sache erörtern, wörtlich hieher:

„On pourrait facilement croire, et nous nous le sommes demandé en effet, si ces tablettes à forme si régulière ne seraient pas de petits cristaux."

„Bien que nos observations[4]) aient suffisament éloigné les doutes à cet égard, nous avous eu recours à l'obligeance de M. de SENARMONT, qui a bien voulu examiner nos granules au moyen de l'appareil de polarisation."

„Cet examen lui a prouvé, comme à nous, que les granules d'ichthine ne sont pas cristallisés." —

---

1) A. o. a. O.

2) C. G. LEHMANN, Lehrb. der physiol. Chemie. Bd. II. 2. Aufl. Leipzig 1853. p. 307.

3) A. a. O.

4) Es scheinen damit die im Vorausgehenden dargelegten Resultate der chemischen Untersuchung gemeint zu sein, und somit die proteinähnliche Zusammensetzung der Dotterplättchen den Verfassern als Beweis dafür, dass sie nicht krystallisirt seien, gegolten zu haben.

Die Dotterplättchen der Knochenfische, welche in Wasser löslich sind, scheinen VALENCIENNES und FRÉMY ebenfalls aus einer besonderen Substanz zu bestehen, welche sie Ichthidin nennen. Dieselbe liess sich jedoch, eben ihrer Löslichkeit in Wasser halber, nicht rein darstellen. Die Ichthidin-Plättchen finden sich nur in unreifen, noch in der Eikapsel eingeschlossenen Eiern. Neben ihnen kommt darin ein eigenthümlicher Körper in Lösung vor, das „Ichthulin" (52,5% C; 8,0 H; 15,2 N; 0,6 P; 1,0 S; 22,7 O, „in seiner Zusammensetzung also vom Ichthin sich entfernend, dem Albumin sich nähernd", welcher durch Wasser als eine fadenziehende Masse präcipitirt wird. Beide Stoffe sind in vollkommen transparent gewordenen, reifen, vom Eierstocke abgelösten Eiern durch eine eiweissartige Flüssigkeit ersetzt, welche übrigens von dem Eiweiss des Hühnereies verschieden ist, indem sie sich in Salzsäure ohne alle Färbung löst und schon bei 45° coagulirt.

Bei den Amphibien fanden VALENCIENNES und FRÉMY einen unlöslichen körnigen Körper in den Eiern der Schildkröten, welcher dem Ichthin analog, aber dadurch von ihm unterschieden ist, dass er sich in verdünntem wässerigem Kali sogleich löst und in Essigsäure, ohne sich zu lösen, aufquillt. Sie nennen ihn Emydin. Derselbe löst sich in siedender Salzsäure ohne violette Färbung, und ergab bei der Analyse 49,4% C; 7,4 H; 15,6 N; 27,6 O und P, beim Verbrennen einen bis zu 1% sich belaufenden Gehalt an Kalksalzen. VALENCIENNES und FRÉMY halten ihn für isomer mit dem Ichthin. Die Emydin-Körner sind rund oder etwas eiförmig, mit kleinen Runzeln bedeckt, härter und dichter als die Ichthin-Körner. Ihre Grösse geht bei *Testudo mauritanica* von 0,01 bis 0,1 mm, bei *Testudo europaea* nicht über 0,06 mm. Sie scheinen von einer sehr zarten Membran umhüllt zu sein, welche beim Zerdrücken zerreisst und welche eine Art Kern,

häufig von der Form eines Hexagons (wie es statt „Hexaeders" heissen sollte) durchscheinen lässt. Dieser Kern soll sich vergrössern, abrunden und endlich zur Kugel werden. Auch ein Aufquellen und Platzen der Körner wurde beobachtet. Beim Zerdrücken bilden sich die Spalten in der Richtung der Radien.

Die Dotterplättchen der Batrachier (Frösche und Tritonen) sind nach VALENCIENNES und FRÉMY von ausserordentlich geringer Grösse und von verschiedener Form, meist rundlich, unlöslich in Wasser, löslich in Essigsäure, wie wiederholte Versuche vergewissert haben, und lassen somit schliessen, dass sie aus Ichthin bestehen und mit den Dotterplättchen der Rochen und Haie übereinstimmen, welchen sie auch darin gleichen, dass sie im Eierstocksei kleiner sind, als im reifen Ei.

Die regelmässige, meist krystallähnliche Gestalt der Dotterplättchen, zusammen mit den chemischen Eigenschaften, wie sie von den vorausgehend genannten Autoren angegeben wurden, erregte in mir die lebhafte Vermuthung, dass dieselben den bei *Lathraea* aufgefundenen, den Hämatokrystallin- und den Aleuron-Krystallen analoge Körper seien, und ich fühlte mich trotz dem bestimmten, auf de SENARMONT's Urtheil gestützten Ausspruch VALENCIENNES's und FRÉMY's in der Frage über ihre Krystallnatur aufgefordert, alle zu Gebote stehenden Mittel zur Gewinnung eines selbständigen Urtheils hierüber zu versuchen und die häufig von einander abweichenden Angaben der Autoren über ihr physikalisches und chemisches Verhalten selbst zu prüfen.

Meine darob angestellten Untersuchungen beziehen sich auf die Dotterplättchen des Karpfen, des Frosches und der Schildkröte. Ich lasse ihre Ergebnisse in der Ausführlichkeit hier folgen, wie sie die Bedeutung des Gegenstandes und möglichste Erleichterung der Controle zu erheischen scheint.

1) Dotterplättchen des Karpfen.

Die Dotterplättchen — um mit VALENCIENNES und FRÉMY zu sprechen: die Ichthidin-Körnchen des Karpfen wurden unreifen Eiern aus den Monaten Oktober bis Januar (incl.), also 7 bis 4 Monate vor der vollständigen Entwicklung der Eier bis zur Befruchtungsbereitschaft[1]), entnommen. Zur Untersuchung wurden stets die entwickeltsten Eier gewählt, welche vor den jüngeren, gelblichen, halb durchsichtigen durch mehr milchweise Farbe sich auszeichneten und durchschnittlich 1 mm massen. Der grösste Theil des Einhaltes besteht aus Dotterplättchen, vermischt mit Dotterbläschen (Dotterzellen); der Rest aus einer eiweissartigen Flüssigkeit. Durchschnitte in kochendem Wasser oder in Alkohol erhärteter Eier lassen erkennen, dass die Dotterplättchen ihrer Grösse nach in einer gewissen Ordnung im Ei vertheilt sind, die grössten zunächst um das im Centrum gelegene, circa 0,2 mm Durchmesser besitzende Keimbläschen, die kleinsten zunächst der Eihaut.

Was die Form der in Betrachtung stehenden Dotterplättchen betrifft, so erscheinen dieselben, allgemein gesprochen, als rektanguläre oder nahezu quadratische, platte Täfelchen.

Da sie vollkommen durchsichtig sind, so lassen sich an den dünneren, flach liegenden oder wenig geneigten Täfelchen nicht bloss die Grenzlinien der dem Beschauer zugewendeten Flächen, sondern auch der gegenüber liegenden bei verschiedener Einstellung des Mikroskopes wahrnehmen. Dieser Umstand und die Untersuchung von Plättchen, welche in einem Strome der Flüssigkeit ihre Lage langsam wechseln, führt zu der Erkenntniss, dass sie vollkommenen Flächenpa-

1) Die Laichzeit des Karpfen fällt in das Ende des Monats Mai.

rallelismus besitzen, somit holoedrischen Krystallen verglichen werden können. Als solche gehören sie anscheinend dem rhombischen Systeme an. An den rektangulären, einem gleichnamigen Prisma entsprechenden Plättchen erscheinen nahezu immer bestimmte Kanten abgestumpft. Betrachten wir das flach liegende Plättchen als in normaler Stellung befindlich, seinen kürzesten Durchmesser somit als die krystallographische Hauptaxe [1]), so sind es die sämmtlichen Randkanten, welche in der Regel durch Flächen ersetzt sind (Fig. 12. b.), und diese Abstumpfung geht häufig so weit, dass die Seitenflächen gänzlich unterdrückt sind. Im letzteren Falle erscheint dann das Plättchen bei der Seitenansicht (d. h. um 90° gedreht) als langgezogenes Sechseck, dessen grösster Durchmesser (Mittellinie) durch zwei Winkel geht (Fig. 12. f.) Wie nicht bloss die Folgerung, sondern auch sorgfältige direkte Untersuchung ergibt, so ist dieses Sechseck nicht eine einzige Fläche, sondern über seinen Seiten, welche in verschiedenen Ebenen liegen, sind zwei gegen die Mittellinie sich neigende und zu einer neuen Kante sich vereinigende Ebenen aufgebaut. Die Winkel, welche von dieser Kante halbirt werden, erscheinen bald spitzer bald stumpfer (Fig. 12. f. i. k.). Diese Verschiedenheit deutet darauf hin, dass die Abstumpfungsflächen nicht immer dieselbe Neigung haben, mehrfach aber dürfte sie einfach aus einer verschieden geneigten Lage der Plättchen zu erklären sein. Kommen die Abstumpfungsflächen nicht mit einander zum

---

1) Wenn ich hier von der Darstellung abweiche, welche ich in einer vorläufigen Notiz über die Krystallnatur der Dotterplättchen in Th. v. Siebold's und Koelliker's *Zeitschrift für wissenschaftl. Zool.* Bd. IX. p 529 gegeben habe, so geschieht diess, um für die Darlegung der verschiedenen Formen eine grössere Einfachheit zu erzielen. Es kömmt ausserdem der Anschaulichkeit der Beschreibung zu gute, wenn jene Stellung, in der die Plättchen gewöhnlich unter dem Mikroskope erscheinen, als normale genommen wird.

Durchschnitte, so gibt die Seitenansicht des Plättchens ein langgezogenes Achteck (Fig. 12. g.), über welchem drei Flächen aufgebaut sind: ein mittleres Rechteck und zwei seitliche Trapezoide. Erscheint an dem rektangulären Plättchen in der gewählten Stellung die dem Beschauer zugewendete breite Fläche und die ihr gegenüber liegende als basische Fläche (Pyknoid), die Seitenflächen als makro- und brachydiagonales Flächenpaar, so gehören die betrachteten Abstufungsflächen einem makrodiagonalen und brachydiagonalen Doma an.

Häufig scheinen die Abstumpfungsflächen ganz zu fehlen und das Plättchen erscheint dann in der Seitenlage als schmales Rechteck (Fig. 12. h.). Andererseits stellt sich das Plättchen häufig auch in der Flächenansicht als ähnlich gestaltetes Achteck dar, wie wir es vorhin in der Seitenansicht kennen gelernt haben (Fig. 12. c.). Die direkte Untersuchung gibt bei der Kleinheit des Gegenstandes keinen vollkommenen Aufschluss darüber, ob diese Form durch eine Abstumpfung der Seitenkanten, d. i. durch Combination mit einem rhombischen Prisma, oder durch Abstumpfung der Ecken, also durch Combination mit einer rhombischen Pyramide entstanden ist, wie anscheinend in Fig. 12. b. Es scheint übrigens Beides vorzukommen. Aus solchen Combinationen scheinen ferner durch paarweise Annäherung der neu hinzutretenden Flächen an zwei einander gegenüber liegende Seitenflächen des Prisma's jene Formen hervorzugehen, an denen zwei Seiten des Plättchens nicht mehr von einer zweimal gebrochenen geraden, sondern von einer schwach convexen Linie begrenzt sind (Fig. 12. d.). Betrachten wir, wofür die Gründe aus dem später über die optischen Eigenschaften Anzuführenden zu entnehmen sind, eine Pyramide, die zu den letzterwähnten Combinationsgestalten (den achteckigen Umriss des Plättchens bedingende Pyramide oder entsprechendes Prisma) in verwendeter Stellung sich befindet

(d. h. um die gemeinschaftliche Hauptaxe um 90° gedreht ist), als Ableitungsform für das rektanguläre Plättchen, so erscheint der den geraden Seiten parallele Durchmesser als Makrodiagonale, der den convexen Seiten nahezu parallele als Brachydiagonale. Bald liegt die grössere Dimension des Plättchens in dieser, bald in jener Nebenaxe. Für ihre Bestimmung gaben beim Fehlen der letzterörterten Combinationen nur die optischen Eigenschaften einen Anhaltspunkt, wovon später.

Dass bei all diesen Combinationen mannigfache Unregelmässigkeiten in der Ausbildung vorkommen, ist überflüssig zu bemerken. Namentlich ist die letzterwähnte häufig nur an einer oder ein paar, statt an allen Seitenkanten oder Ecken durchgeführt (Fig. 12. b. 13. c. 14. a.). Die Plättchen mit quadratischem Umriss (Fig. 12. a.) erscheinen als rektanguläre Prismen, mit zufällig gleichen oder nahezu gleichen Dimensionen in der Richtung der Makro- und der Brachydiagonale. Für sie gilt also auch alles bisher Gesagte.

Anschliessend an die Beschreibung der Krystallgestalt mag hier gleich noch einer Eigenschaft Erwähnung geschehen, welche die Dotterplättchen mit den meisten Krystallen gemein haben, nämlich ihrer Spaltbarkeit.

Mechanische Einflüsse, wie Druck, Hin- und Herschieben des Deckgläschens, weiter die beginnende Zersetzung des Einhaltes nach mehrtägigem Stehen, oder die Einwirkung allmälig lösender Mittel rufen in den Dotterplättchen die schon von J. Mueller erwähnten und von Virchow wieder beschriebenen Absonderungslinien (Fig. 14.) hervor, die zur Annahme eines geschichteten Baues und zur Vergleichung mit den Stärkemehlkörnern und ihren Ablagerungszonen Veranlassung gegeben haben (s. o. Mueller, Remack, Virchow). Sie finden sich nie an völlig intakt gebliebenen Dotterplättchen und treten immer erst in Folge äusserer Einwirkungen auf, wie ich

mit AGASSIZ[1]) gegen J. MUELLER zu wiederholen habe. Uebrigens reicht allerdings schon der Druck beim Sprengen des Eies und die Einwirkung der Luft hin, um die Plättchen am Rande der sich ausbreitenden Masse alterirt erscheinen zu lassen. Diese Spaltungslinien, zum Theil alsbald gefolgt von wirklicher Trennung der Plättchen in mehrere Stücke, treten namentlich parallel der basischen Fläche auf (Fig. 14. d, e.), ferner parallel der makro- und der brachydiagonalen Fläche, also sich kreuzend und häufig ein nahezu quadratisches Plättchen in vier kleinere Quadrate theilend, wie schon MUELLER abgebildet hat (Fig. 14. c.). Hinsichtlich der Spaltungsrichtungen zeigen demnach die Dotterplättchen Uebereinstimmung mit den Krystallen des Anhydrits. Ausser den genannten treten häufig auch schräg über die basischen Flächen der Plättchen verlaufende, parallele oder sich schief kreuzende Linien auf (Fig. 14. a, b.). Es schien mir ihre Richtung keine constante zu sein, so dass ich es nicht wage, sie ebenfalls für den Ausdruck von Spaltungsrichtungen zu nehmen; ich werde auf sie bei Betrachtung der getrockneten Dotterplättchen zurückkommen.

Die bezeichneten Spaltungslinien erschweren sehr das Studium der verschiedenen Krystallformen, indem sie so leicht mit den Durchschnittslinien zweier Flächen am Plättchen sich verwechseln lassen und sehr leicht bei dem Versuche, die Plättchen zu rollen, sich einstellen.

Häufig erscheinen im Gesichtsfelde des Mikroskopes Plättchen von rhombischem Umrisse, ähnlich wie sie FUNKE aus dem Froschei gezeichnet hat, mit sehr verschiedenen Winkeln

1) A. a. O. p. 475: „Pressure produces a curious appearance, which has been mistaken by some (see J. MUELLER, *über den glatten Hai* p. 38, and RATHKE, *Entwickl. der Schildkröten* p. 5) for a normal feature of the entoblasts, namely, parallel fissures intersected here and there by others obliquely transverse to them.“

in verschiedenen Fällen. Meist lässt sich bei scharfer Einstellung bald auf den einen, bald auf den anderen stumpfen Winkel deutlich erkennen, dass dieselben nur geneigt liegende, um eine Diagonale gedrehte, quadratische oder kurz rektanguläre Plättchen seien. Wenn Spaltungen auftreten, so erscheinen dieselben parallel den Seiten des Rhombus und nicht in der Richtung seiner Diagonalen, ein Umstand, welcher in Hinsicht auf die eben besprochene Spaltbarkeit parallel der makro- und brachydiagonalen Fläche wiederum dafür spricht, dass die rhombischen Formen bloss Scheingestalten seien. Um jedoch behaupten zu können, dass das immer der Fall sei, und dass nie eine rhombische Pyramide, combinirt mit der basischen Fläche (wofür die in Rede stehenden Täfelchen, da sie ebenfalls abgesumpfte Randkanten zeigen, zu nehmen wären) neben rektangulären Formen im Eie vorkommen, wäre eine Messung der Winkel und eine Prüfung dessen, ob die entsprechenden Axenlängen in rationalem Verhältnisse zu einander stehen, nothwendig, war mir aber durch den Mangel der geeigneten Instrumente unmöglich gemacht.

Die Gestalt der Dotterplättchen verändert sich in der Regel nicht beim Trocknen. Aus an der Luft getrockneten (dabei gelblich, hornartig durchscheinend gewordenen) Eiern lassen sich durch Schaben mit dem Messer die Plättchen wieder isolirt erhalten. Sie sind so zum Studium der Gestalt bei Anwendung verschiedener Medien (namentlich Oel) sehr geeignet. Einzelne sehen etwas verzogen aus. Häufig erscheinen sie wie aus mehreren, sehr dünnen, mit ihren breiten Flächen an einander geklebten Täfelchen zusammengesetzt, die bald rechtwinklig mit einander gekreuzt sind, bald in schiefer Stellung sich befinden, und deren Ränder dann bald über einander hinausragen, bald gegenseitig sich angepasst sind (Fig. 13. a, b, c.). Der letztere Umstand, wie ihn Fig. 13. c. zeigt, und das Vorkommen ähnlicher schiefer Linien auch an nie ge-

trocknet gewesenen, der Einwirkung lösender Agentien unterworfenen Plättchen, welche hier zugleich mit den oben beschriebenen Spaltungslinien auftreten und von solchen nur durch ihre anscheinend unbestimmte Lage sich unterscheiden, lassen mich schliessen, dass wir es hier nicht so fast mit einem aneinander Getrocknet-, als einem aneinander Krystallisirt-sein mehrerer Plättchen zu thun haben, dass also die einzelnen Plättchen nicht immer Einzelkrystalle darstellen, wenn wir so einen Krystall nennen, an welchem jeder Theil zu allen übrigen in gesetzmässiger Beziehung steht, sondern zum Theile Krystallgruppen sind, deren einzelne Constituenten nicht immer eine genau bestimmte Lage zu einander haben. Stärkerer Druck oder Stoss macht die getrockneten Plättchen in der Richtung der geraden Durchmesser zerklüften (Fig. 13. d, e, f.). Lösende Mittel rufen wie an den frischen Plättchen die Spaltungslinien hervor.

Die Grösse der Plättchen beträgt für nahezu quadratische zwischen 0,0013 und 0,03 mm Seite. An den grösseren rektangulären mass ich die längere Seite zu 0,027 bis 0,036 mm; die kürzere zu 0,023 bis 0,027 mm. Nicht immer die längsten Plättchen waren zugleich auch die breitesten. Die Dicke der grösseren Plättchen betrug im Durchschnitte 0,01 und 0,014 mm. Hiebei ist zu bemerken, dass in manchen Eiern die Plättchen durchschnittlich kleiner sind, als in anderen. Es scheint die Grösse der Plättchen von der Grösse des Eies selbst abhängig zu sein.

Was die optischen Eigenschaften anlangt, so sind die Plättchen, wie schon erwähnt, vollkommen durchsichtig und farblos (hyalin), erscheinen glänzend bei der Einstellung auf ihre Oberfläche und haben das Aussehen stark brechender Körper, ungeachtet sie von einer selbst stark brechenden Flüssigkeit umgeben sind. Sie sind doppelt brechend.

Diese meine letztere Angabe steht in Widerspruch mit

dem oben angeführten, auf die Untersuchung der Dotterplättchen im polarisirten Lichte gegründeten Ausspruche DE SENARMONT's, dass die Dotterplättchen nicht krystallinisch seien. Alle Krystalle, deren Axen nicht sämmtlich gleich sind, alle nicht dem tesseralen Systeme also angehörigen Krystalle, sind bekanntlich doppelt brechend und müssen es eben der Ungleichheit ihrer Axen halber sein. Da nun die Gestalt der Dotterplättchen sich nicht dem tesseralen Systeme unterordnen lässt, sondern auf ein System ungleicher Axen basirt erscheint, so musste erwartet werden, dass dieselben doppelt brechend seien, wenn ihre Gestalt nicht bloss zufällig eine krystallartige, sondern in ihrem Wesen begründet und der Ausdruck krystallinischer Struktur sein sollte. Dass sie DE SENARMONT für nicht krystallinisch erklärt, heisst also eben so viel, als dass er keine Spuren doppelter Brechung an ihnen auffinden konnte. Es bleibt dabei zu erwägen, dass DE SENARMONT's Untersuchungen sich auf die Dotterplättchen der Knorpelfische beziehen, welche nach VALENCIENNES und FRÉMY aus Ichthin bestehen, während die Dotterplättchen der Knochenfische und *in specie* des Karpfen einen chemisch davon verschiedenen Stoff, das Ichthidin, darstellen. Ich werde übrigens Gelegenheit finden, das gleiche Verhalten, wie für die Dotterplättchen des Karpfen auch für die des Frosches nachzuweisen, welche nach VALENCIENNES und FRÉMY gleich denen der Knorpelfische aus Ichthin bestehen sollen.

Ich will kein Hehl daraus machen, dass ich nicht gleich beim ersten, sondern erst nach mannigfachen vergeblichen Versuchen zu dem erwarteten Resultate gelangte. Um Anderen ähnliche Mühe zu ersparen und vollkommene Deutlichkeit in der Darstellung zu erzielen, mögen einige Worte über nicht unwichtige Nebenumstände bei der Untersuchung hier Platz finden, während ich bezüglich der Untersuchung mikroskopischer Gegenstände im polarisirten Lichte und das Verhalten

doppelt brechender Körper zu demselben überhaupt auf v. Mohl's Mittheilungen[1]) und die von ihm citirten Abhandlungen (namentlich auf jene K. v. Erlach's[2]), sowie auf Valentin[3]) und die physikalischen Handbücher verweise.

Zur Untersuchung wurde ein Polarisationsapparat von Oberhaeuser benutzt und der untere Nicol, wie eine daran befindliche Marke anweist, so gestellt, dass seine obere schiefe Endfläche von rechts nach links abwärts geneigt war und ihre längere Diagonale in gerader Richtung von dem Beschauer auslief (wie der Pfeil in Fig. 20. und 21. angibt), so dass also die mit dieser Linie zusammenfallende Schwingungsebene[4]) der durchgehenden polarisirten Strahlen mit einer parallel der Brustwand des Beobachters gedachten Ebene (in M, N. Fig. 20. und 21.) sich rechtwinklig kreuzte. Alles andere, als das auf den Spiegel möglichst vom Horizonte her einfallende Licht wurde abzuhalten gesucht, so weit es die Handhabung des Objektes gestattete. Da stärkere Objektive kein vollkommen dunkles Gesichtsfeld erzielen lassen, so wurden anfangs schwächere Vergrösserungen benutzt. Eine 50malige Vergrösserung reicht hin, die Erscheinungen aufzufinden, eine 220malige, sie näher zu verfolgen.

---

1) H. v. Mohl, die Untersuchung des Pflanzengewebes mit Hilfe des polarisirten Lichtes. *Botan. Zeitung* 1858. p. 1, 9 und Nachtrag dazu p. 373.

2) Karl v. Erlach, mikroskopische Beobachtungen über organische Elementartheile bei polarisirtem Lichte. Muell. *Archiv* 1847. p. 313.

3) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. 1847. p. 224.

4) Es ist hiebei, wie überall im Folgenden, abweichend von der bisher gangbaren Anschauungsweise nach den überzeugenden Erläuterungen von C. A. Holtzmann („das polarisirte Licht schwingt in der Polarisationsebene" Poggendorf's *Annalen der Physik und Chemie.* Bd. XCIX. 1856. p. 446) angenommen, dass Polarisations- und Schwingungsebene eines polarisirten Strahles zusammenfallen, nicht rechtwinklig auf einander stehen.

Wird das Objekt während des Beschauens zwischen den gekreuzten Nicol in horizontaler Richtung gedreht, oder werden Strömungen in der Flüssigkeit des zerdrückten Eies erregt, so dass die Dotterplättchen durch die verschiedensten Lagen hin und her gewälzt werden, so präsentiren sich dem Beschauer alsbald mattweisse Punkte, von auf der Kante liegenden Plättchen herrührend, oder noch deutlicher da, wo zwei Plättchen unmittelbar übereinander zu liegen kommen. Damit darf nicht etwa der Glanz verwechselt werden, welchen jedes Plättchen an seiner linken Seite zeigt, und welcher nach rückwärts, nach rechts und nach der vorderen Seite hin wandert, wenn die geneigte Fläche des unteren Nicol nach der gleichen Seite gedreht wird. Hat das Auge einmal die Erscheinung bei der grösseren Differenz von hell und dunkel, wie sie bei schwächeren Vergrösserungen auftritt, erfasst, so wird sie auch unschwer wieder bei stärkerer Vergrösserung aufgefunden. Man hat nur dem Auge Zeit zu lassen, sich dem Halbdunkel zu accomodiren. Die Einstellung sei genau auf die Oberfläche der Plättchen.

Auf der basischen Fläche liegende Plättchen erscheinen matt milchweiss sobald die geraden Durchmesser des Rechteckes oder Quadrates, welches sie darstellen, mit den rechtwinklig auf einander stehenden Schwingungsebenen der Nicol einen Winkel von 45° oder nahezu einen solchen machen (wie in Fig. 22. a, d). Je grösser und namentlich je dicker die Plättchen, um so klarer ist die Erscheinung. Sie wird übrigens bei Plättchen von 0,01 mm Seite noch deutlich wahrgenommen. Auf der Kante (resp. einer Seitenfläche) stehende Plättchen erscheinen noch heller, oft bis glänzend perlmutterweiss, so dass ihr meist sechseckiger Grundriss sehr scharf gegen das dunkle Gesichtsfeld sich abhebt, sobald der längste Durchmesser des Sechseckes und eine zu ihm Senkrechte derselben Horizontalebene einen Winkel von 45° mit den Schwingungs-

ebenen der gekreuzten Nicol bilden (die Plättchen also eine ähnliche Richtung haben wie in Fig. 22. b, c, e, f). Sie verschwinden und tauchen wieder auf beim Wechsel ihrer Lage im Flüssigkeitsstrome, wie leuchtende Punkte im Meere.

Die neutralen Axen der Dotterplättchen oder die Schwingungsebenen der durch sie gehenden polarisirten Strahlen fallen sonach in ihrer Richtung zusammen mit den krystallographischen Axen oder den durch je zwei derselben gehenden Hauptschnitten, wie das gesetzmässig für Krystalle des rhombischen Systemes, deren Elasticitätsaxen und Krystallaxen, abgesehen von der Grösse, mit einander übereinstimmen.

Bei Horizontaldrehung eines in der angegebenen Lage befindlichen Plättchens nimmt seine Helligkeit allmälig ab und verschwindet gänzlich, sobald die Drehung 45° beträgt, die Schwingungsebenen des Plättchens also zusammenfallen mit den Schwingungsebenen der beiden Nicol. Die volle Helligkeit tritt wieder auf, sobald die Drehung um 90° vorgeschritten ist, und dieser Wechsel wiederholt sich bei jeder Viertelkreisdrehung. Jedes Plättchen erscheint also in vier verschiedenen Lagen hell im dunkeln Gesichtsfeld, wie jeder doppelt brechende Körper im Gegensatze zu solchen einfach brechenden Körpern, welche nach Art eines Plattensatzes einen einzigen polarisirten Strahl liefern und welche darum nur in zwei, um 180° verschiedenen Lagen während einer vollkommenen Kreisdrehung hell im dunkeln Gesichtsfelde erscheinen. Bei Parallelstellung der Nicol zeigen die dickeren Plättchen und noch deutlicher jene, welche nach ihrem grössten Durchmesser senkrecht stehen, einen rauchbraunen Ton im hellen Gesichtsfelde.

Nach dem Trocknen verhalten sich die Plättchen gegen das polarisirte Licht wie zuvor. Man prüfe Plättchen aus dem getrockneten und geschabten Eie in Oel oder anderen flüssigen Medien, oder lasse die Dotterplättchen auf dem Objekt-

glase mit dem flüssigen Inhalte des Eies zu einer hyalinen Masse zusammentrocknen. Ist das Auge nicht geübt genug, die eigenthümlichen Erscheinungen alsbald wieder aufzufinden, was namentlich dann, wenn Trockenrisse die Plättchen mit breiten schwarzen Linien umziehen, seine Schwierigkeiten hat, so behalte man ein in richtiger Lage befindliches Plättchen während des Eintrocknens selbst im Auge, und durch Vergleichung mit diesem werden sich die maassgebenden Erscheinungen trotz aller Beirrungen leicht wieder erkennen lassen.

Die Dotterplättchen erscheinen für sich nie farbig im polarisirten Lichte, mag ihre Dicke sein, welche sie will. Rektanguläre Plättchen, welche nach dem längsten Durchmesser aufrecht stehen, so dass das Licht in ihnen einen drei- bis nahezu viermal grösseren Weg zurückzulegen hat als im gewöhnlichen Falle bei flach liegenden Plättchen, erscheinen nur heller als die übrigen, zur Bildung von Interferenzfarben kommt es aber auch bei ihnen nicht. Anders verhält sich diess, wenn die Wirkung der Plättchen auf das polarisirte Licht verstärkt wird durch Einschiebung anderer doppelt brechender Körper von solcher Dicke, dass sie Interferenzfarben zeigen, zwischen die Plättchen und den unteren Nicol. Wird dazu z. B. ein Gypsplättchen benutzt, welches das Roth der ersten Ordnung zeigt, so erscheinen die Plättchen gelb und blau gefärbt[1]). Wie die Vergleichung der über das Gesichtsfeld ausgebreiteten Plättchen bekundet, so hängt die Verschiedenheit der Farbe — blau oder gelb — nicht von der verschiedenen Dicke der Plättchen ab, sondern von der Richtung derselben. Wollen wir das Ergebniss der darzulegenden Untersuchungen[2]) anti-

1) Es lassen sich so die angegebenen Farben auch noch an Dotterplättchen von nur 0,005 mm grössten Durchmessers beobachten.

2) Ich erfreute mich bei diesen Untersuchungen der freundlichen

cipiren, so kann diess bestimmter so ausgesprochen werden: die verschiedene Farbe der Dotterplättchen hängt davon ab, ob die gleichnamigen oder die ungleichnamigen Schwingungsebenen (neutralen Axen) der Dotterplättchen und des Gypsplättchens zusammenfallen. Um dieses Verhältniss klar zu machen, will ich von einem concreten Falle ausgehen, setze übrigens bei dieser Betrachtung die Kenntniss der in jedem physikalischen Handbuche dargelegten Gesetze über die Farbenerscheinungen doppelt brechender Krystalle im polarisirten Lichte natürlich voraus.

Ein Gypsplättchen, welches bei Kreuzung seiner Schwingungsebenen mit denen der gekreuzten Nicol unter 45° das Roth der ersten Ordnung zeigt (also von 0,044 mm Dicke) liege so, dass die Schwingungsebene der grösseren Elasticität [1]) mit

---

Unterstützung des Herrn Professors Ulherr, welchem ich hiemit meinen verbindlichsten Dank dafür abstatte.

1) Durch Spaltung nach der orthodiagonalen und der Endfläche (erstere bekanntlich dadurch ausgezeichnet, dass der Gyps nach ihr muschlig und brechend, letztere dadurch, dass er nach ihr biegsam und faserig spaltet) lässt sich leicht ein Gypsplättchen von regelmässig rhombischer Gestalt erhalten. Die Schwingungsebenen (neutralen Axen) weichen an einem solschen (nach der Richtung der vollkommenen Spaltbarkeit, also klinodiagonal ausgedehnten) Plättchen von dessen Diagonalen um nahezu 20° nach rechts (Fig. 20.) oder links (Fig. 21.), je nachdem das Plättchen von der einen oder von der anderen Seite betrachtet wird, ab (vergl. die Figurenerkl.). Bezeichnen wir ihre Richtung durch Linien auf dem Gypsplättchen, so geht die eine derselben, welche der längeren Diagonale (der Halbirungslinie der spitzen Winkel des Plättchens) näher liegt und deshalb selbst die längere ist, durch die den orthodiagonalen Spaltungsflächen des rhombischen Gypsplättchens entsprechenden Seiten (Fig. 20. und 21. O, O), die andere, kürzere, durch die den Endflächen angehörenden (Fig. 20. und 21. E, E). Nach der ersteren schwingt der Strahl mit der grösseren Wellenlänge, mit anderen Worten: die in der ersteren Linie liegende Schwingungsebene ist die der grösseren Elasticität.

Da diese Angabe vergeblich in den Lehrbüchern gesucht werden dürfte, so halte ich es für angemessen beizufügen, dass dieselbe aus den Erscheinungen abgeleitet wurde, welche bei Combination eines

der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes[1]) zusammenfällt, so wie es Fig. 20. oder Fig. 21. zeigt.

Von den flachliegenden Dotterplättchen erscheinen dann in der Regel jene blau im rothen Grunde, deren längerer Durchmesser (— wie oben angenommen, in der Regel parallel der makrodiagonalen Axe) in der gleichen (rechten) Diagonale des Gesichtsfeldes liegt (Fig. 22. a), gelb gefärbt dagegen

---

Gypsplättchens mit einem Kalkspathplättchen in bestimmt wechselnder Lage auftreten. Der Kalkspath gehört bekanntlich zur Klasse der optisch einaxigen, negativen Krystalle. Die eine Schwingungsebene desselben, und zwar gemäss den Anschauungen von Holtzmann die des langsamer sich fortbewegenden Strahles, fällt also zusammen mit dem Hauptschnitte, d. i. der Ebene, welche durch die Richtung des einfallenden Strahles und die Richtung der optischen Axe gedacht werden kann, ist also bestimmt durch die Lage der krystallographischen Hauptaxe. Für ein parallel einer Rhomboederfläche abgespaltetes (also rhombisch gestaltetes) Plättchen halbirt deshalb diese Schwingungsebene die stumpfen Winkel, die Schwingungsebene der grösseren Elasticität dagegen die spitzen. Wird nun ein solches Plättchen von genau bestimmter Interferenzfarbe so über ein Gypsplättchen von gleichfalls bestimmter Farbe gelegt, dass die Schwingungsebenen beider zusammenfallen, so wird sich die Farbe in die eines dickeren Gypsplättchens umänderen, wenn die gleichnamigen Schwingungsebenen beider Plättchen zusammenfallen, im umgekehrten Falle aber wird die Farbe die eines dünneren Gypsplättchens werden. Das Erstere findet Statt, wenn die Halbirungslinie der spitzen Winkel des Kalkspathplättchens über die der längeren Diagonale nahe liegende neutrale Axe des Gypsplättchens fällt, welche somit gleich jener als die neutrale Axe der grösseren Elasticität anzusehen ist.

1) Als rechte Diagonale des Gesichtsfeldes bezeichne ich hier, um einen möglichst einfachen und unzweideutigen Ausdruck zu gewinnen, jene die Schwingungsebenen der gekreuzten Nicol unter 45° schneidende Linie, in welche die rechte Hand des Beobachters mit Bequemlichkeit sich legt (r r Fig. 20. — 23.).

Um die im Texte angegebene Lage des rhombischen Gypsplättchens rasch zu finden, bringe man dasselbe so unter das Mikroskop, dass die Halbirungslinie der spitzen Winkel der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes gleich gerichtet ist und drehe es dann um eine durch seinen Mittelpunkt gedachte Verticale abwechselnd ungefähr um 20° weiter nach rechts und nach links, bis in einer oder der anderen Lage, je nachdem das Plättchen auf der einen oder der anderen Fläche ruht (vergleiche Fig. 20. u. 21.), seine Farbe mit voller Intensität hervortritt.

jene, deren längerer Durchmesser die Richtung der linken Diagonale einnimmt (d. Fig. 22.). Bei einer Drehung des Objektes um 90° in der horizontalen Ebene vertauschen die Plättchen mit ihrer Richtung auch ihre Farbe, nachdem sie bei Passirung des 45sten Grades, in welcher Stellung ihre Schwingungsebenen mit denen der Nicol zusammenfallen, jede selbständige Farbe verloren und die des Gesichtsfeldes angenommen hatten. In den intermediären Lagen zwischen den bisher erwähnten Richtungen zeigen sich die Farben weniger deutlich und mehr oder weniger der Farbe des Gesichtsfeldes sich annähernd (Fig. 22. i, k).

Liegen die Plättchen auf der makrodiagonalen Seitenfläche oder der an ihre Stelle getretenen Kante des makrodiagonalen Doma's, so erscheinen sie in gleicher Farbe, wie eben für flach liegende Plättchen angegeben wurde, bei gleicher Lage ihres längsten, horizontal liegenden Durchmessers, welcher hier wiederum der makrodiagonalen Axe entspricht (Fig. 22. b, e).

Liegen sie aber auf der brachydiagonalen Fläche, so erscheinen sie gelb, wenn der längste horizontal gerichtete Durchmesser — hier zusammenfallend mit der brachydiagonalen Axe — in der rechten Diagonale des Sehfeldes liegt (f. Fig. 22.); blau, wenn er der linken gleichläuft (c. Fig. 22.).

Eine scheinbare Ausnahme von dieser Regel bilden jene Plättchen, deren grösste Dimension nicht mit der Makrodiagonale zusammenfällt. Hier kommen uns die Combinationsflächen bei der Beurtheilung zu Hilfe. An Plättchen, deren Ecken oder Seitenkanten abgestumpft sind, so, dass zwei ihrer Seiten nahezu convex geworden, finden wir, dass immer eine diese Seiten quer durchschneidende Linie durch ihre Richtung für das Hervortreten der verschiedenen Farben in gleicher Weise maassgebend ist, wie wir diess eben für die Makrodiagonale kennen gelernt haben (vergleiche g. Fig. 22. mit a; h mit d), gleichviel, ob das Plättchen nach dieser Linie

oder nach der (mittleren) Richtung der schwach convexen Seiten weiter ausgedehnt ist. Der letztere Fall betrifft bald nur wenige, bald sehr viele Plättchen eines Eies.

Ganz die gleiche Umkehrung der Farben, wie bei Drehung des Objektes findet für die Dotterplättchen Statt, wenn das Gypsplättchen aus der oben angegebenen Lage um 90° in horizontaler Richtung gedreht wird. Es bedarf kaum einer Erwähnung, dass in diesem Falle zum Unterschiede von dem vorigen auch das Gesichtsfeld seine Farbe verliert und dunkel erscheint, sobald die Drehung 45° erreicht hat. Ebenso erscheint es als überflüssig, besonders hervorzuheben, dass bei Parallelstellung der Nicol sowohl für die Farbe des Gesichtsfeldes als jedes Dotterplättchens die complementäre Farbe auftritt.

Es geht aus dem Angeführten deutlich hervor, dass der beschriebene Farbenwechsel der Dotterplättchen dadurch bedingt ist, dass ihre Schwingungsebenen in wechselnder Ordnung zusammenfallen mit den Schwingungsebenen des Gypsplättchens.

Wie die Vergleichung mit mikroskopischen Krystallen lehrt — und der Botaniker greift hiebei natürlich nach den ihm zunächst liegenden, in Pflanzenzellen vorkommenden — so stimmen die Dotterplättchen und solche Krystalle in den eben besprochenen Verhältnissen vollständig mit einander überein. Betrachtet man z. B. die quadratischen (Doppel-) Pyramiden (Oktaeder) oxalsauren Kalkes, wie sie in den Blattstielen vieler Begonia-Arten sehr regelmässig ausgebildet vorkommen, so zeigen dieselben, vorausgesetzt, dass sie nicht gerade aufrecht stehen und das Licht also parallel ihrer optischen Axe durchgeht, blaue und gelbe Farbe, wenn ihre Schwingungsebenen mit denen des Gypsplättchens abwechselnd in Uebereinstimmung gebracht werden. Ebenso die nadelför-

migen Krystalle oxalsauren Kalkes (Rhaphiden) aus dem Blatte von *Aloë succotrina* etc.

Das Studium dieser Verhältnisse an noch anderen hieher gehörenden Objekten liefert ferner den Beweis, dass wir es hier keineswegs, wie es im ersten Augenblicke den Anschein haben möchte, mit complementären Farben zu thun haben.

Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung z. B. die dickeren nadelförmigen Krystalle oxalsauren Kalkes, welche sich in der als *Radix Mechoacannae albae* bezeichneten Drogue (Convolvulus-Knolle?) finden, an welchen sich zugleich der Einfluss der Dicke des Objektes auf die Art der Farbe geltend macht. Diese Krystalle sind deutlich lange quadratische Prismen, an beiden Enden zugespitzt durch spitze quadratische Pyramiden. Die Spitze der Pyramide erscheint hier in einer bestimmten Lage intensiv blau, ihr unterer Theil gelb und das Prisma selbst roth oder grün, je nach seiner Dicke. Bei Drehung des Objektes um 90° erscheint zwar die Farbe der Spitze in gelb umgewandelt, an den übrigen Stellen treten aber keineswegs complementäre Farben auf, sondern sie erscheinen weiss, graulich weiss bis schwarz. Analoge Beobachtungen lassen sich an künstlich dargestellten mikroskopisch kleinen Krystallen machen, wie sie z. B. die Verdunstung eines Tropfens schwacher Lösung von chlorsaurem Kali, von Kupfervitriol u. s. w. liefert.

Aus allen diesen Beobachtungen geht mit Evidenz hervor, dass wir es hier mit nichts Anderem zu thun haben, als den Erscheinungen, welche in jedem physikalischen Handbuche unter der Ueberschrift „Verhalten gekreuzter Gypsplättchen im polarisirten Lichte“ beschrieben sind. Wie die Farbe eines Gypsplättchens durch Darüberlegen eines zweiten in der Weise, dass die Schwingungsebenen der grösseren Elasticität beider zusammenfallen, so verändert wird,

dass sie der Farbe eines Plättchens von der Dicke beider entspricht (je nach dieser Dicke wohl auch durch Weiss ersetzt wird); wie ferner, wenn das zweite Plättchen um 90° gedreht wird, so dass die Schwingungsebene der geringeren Elasticität in ihm mit der der grösseren Elasticität im ersten Plättchen zusammenfällt, die Farbe des ersteren nunmehr so verändert wird, dass sie der Farbe eines Plättchens entspricht, dessen Dicke der Dickendifferenz der beiden übereinander liegenden gleich kommt — so wird die Farbe des Gypsplättchens auch höher oder tiefer in der Farbenskala successiv dickerer Plättchen gerückt, wenn statt eines zweiten Gypsplättchens ein dünnes Plättchen eines anderen doppelt brechenden Krystalles oder ein mikroskopischer Krystall selbst oder — indem ich noch den Fall besonders hervorhebe, von welchem die Untersuchung ausging — ein Dotterplättchen darüber zu liegen kommt[1]).

---

1) Ein ähnliches Verhalten zeigen natürlich auch nicht krystallisirte, doppelt brechende Körper. So die pflanzlichen Zellmembranen, wie v. Mohl a. o. a. O. näher besprochen hat, die thierischen Gewebe, wie z. B. sehr schön an der gesprengten Haut des Karpfeneies zu beobachten, von welcher zwei gegenüberliegende Viertheile einen blauen, die zwei anderen einen gelben Rand zeigen, je nachdem das betreffende Stück der rechten oder der linken Diagonale des Gesichtsfeldes gleichläuft.

v. Mohl nennt die mit der Lage wechselnden Farben complementär. Dass diess nicht strenge richtig sei, ist bereits auseinander gesetzt. Ob seine Unterscheidung dieser Substanzen nach einer Vergleichung ihrer Farben mit denen gebogener, ungleichförmig erwärmter und gehärteter Gläser in negativ und positiv farbige einen inneren Werth hat, überlasse ich den Fachmännern zu entscheiden. Es möchte jedenfalls einfacher und anschaulicher sein, die zweierlei Schwingungsebenen für die verschiedenen Lagen der besagten Gebilde, welche sämmtlich zweiaxig sind, direkt zu bestimmen und anzugeben. So liegt die Schwingungsebene der grösseren Elasticität für die meisten Zellmembranen (die negativen v. Mohl's), wenn dieselben aufrecht stehen (gleichviel ob sie der Quere oder der Länge nach durchschnitten seien),

Ist diese Erklärung der bei den Dotterplättchen beobachteten Erscheinungen richtig, so müssen ihre Farben bei einer Vergleichung mit denen eines Gypskeiles als gleichweit vom Roth der ersten Ordnung abstehend sich erweisen. Dies ist in der That der Fall. Bei einer solchen Vergleichung sind jedoch auch die feineren Nüancen, welche die Dotterplättchen je nach ihrer Dicke in ihren Farben zeigen, und welche in dem Bisherigen unberücksichtigt geblieben sind, wohl zu beachten. So verändert sich das Roth des Gesichtsfeldes (welches die letzte Farbe der ersten Ordnung ist) durch die flach liegenden Plättchen nicht eigentlich in Blau, sondern in Violett (erste Farbe der zweiten Ordnung, Fig. 22. a, g) und bei Drehung um 90° statt in reines Gelb in ein schmutziges Orange (vorletzte Farbe der ersten Ordnung, Fig. 22. d, h) um. An den auf der längeren Kante liegenden Plättchen geht die Veränderung einen Schritt weiter in Dunkelblau (zweite Farbe der zweiten Ordnung, Fig. 22. b) und das Gelb des rohen Wachses (zweitvorletzte Farbe der ersten Ordnung, Fig. 22. e), und an den auf der kürzeren Kante stehenden, welche nach ihrer grössten Dimension vom Lichte durchdrungen werden, erscheint einerseits ein

---

parallel den Schichten; parallel der Faserung an flach liegenden Membranen. (Die Faserung ist meist nur da deutlich, wo die Membran spiralig verdickt ist, oder in Spirallinien geordnete Tüpfel besitzt, die häufig selbst wieder nach der Richtung der Spirale in die Länge gezogen sind, wie das z. B. sehr deutlich an vielen Holzzellen ausgeprägt ist, deren vordere und hintere Wandungen dann, da die Spirallinien an ihnen sich kreuzen, gleich der vorderen und hinteren Wandung eines Spiralgefässes im entgegengesetzten Sinne gefärbt erscheinen; an gleichmässig oder gar nicht verdickten Zellmembranen lässt sich erst aus den Erscheinungen im polarisirten Lichte nach Analogie mit dem Angeführten auf die Richtung der Faserung zurückschliessen.) Für die cuticularisirten Membranen (die positiven v. Mohl's) dagegen, ebenso für die Amylumkörner etc. liegt die Schwingungsebene der grösseren Elasticität senkrecht zur Schichtung oder Faserung.

Stahlblau (Fig. 22. c), andererseits ein helles Gelb (Fig. 22. f), welche wiederum gleichweit vom Roth der ersten Ordnung entfernt sind.

Die angegebenen Erscheinungen geben uns deutlich Auskunft darüber, welches in jeder Lage die Schwingungsebene der grösseren Elasticität sei, und lassen uns dadurch zurückschliessen auf die relative Grösse der drei verschiedenen Elasticitätsaxen, welche den Dotterplättchen zukommen müssen, wenn dieselben, wie oben erörtert, dem rhombischen Systeme angehörige Krystalle sind, und welche für diesen Fall zugleich mit den krystallographischen Axen in ihrer Lage übereinstimmen müssen. Die Schwingungsebene der grösseren Elasticität im Dotterplättchen wird mit der des Gypsplättchens übereinstimmen und sonach in die rechte Diagonale des Gesichtsfeldes fallen, so oft das Plättchen eine Farbe der höheren Ordnung zeigt (violett bis blau). Sie fällt also gemäss der obigen Angaben für die flach liegenden Plättchen mit der Makrodiagonale zusammen; ebenso für die auf der makrodiagonalen Fläche liegenden; für die auf der brachydiagonalen Fläche liegenden dagegen mit der Hauptaxe. Die Schwingungsebene der geringeren Elasticität dagegen fällt im ersten Falle mit der Brachydiagonale, im zweiten mit der Hauptaxe und im dritten wieder mit der Brachydiagonale zusammen. Die Schwingungsebene der grösseren Elasticität geht also nie durch die Brachydiagonale; durch die Hauptaxe nur dann, wenn zugleich die Brachydiagonale, nicht die Makrodiagonale, die Richtung der anderen Schwingungsebene zu bestimmen hat; durch die Makrodiagonale dagegen immer, so oft diese senkrecht zum einfallenden Strahl gerichtet erscheint. Es folgt daraus unschwer, dass die Axe der grössten Elasticität in den Dotterplättchen mit der Makrodiagonale, die Axe der mittleren Elasticität mit der

Hauptaxe, die Axe endlich der kleinsten Elasticität mit der Brachydiagonale zusammenfällt.

Was die optischen Axen betrifft, so konnte aus den beobachteten Erscheinungen kein Schluss auf ihre Lage gezogen werden. Dagegen zeigen diese Erscheinungen wenigstens das mit Evidenz, dass die Dotterplättchen nicht den einaxigen, sondern den zweiaxigen Körpern zugehören.

Für die mikrochemische Untersuchung der Ichthidin-Plättchen ist der Umstand doppelt misslich, dass dieselben eingebettet sind in eine zähflüssige eiweissartige Masse, welche einerseits die Dotterplättchen nur schwer in unmittelbaren Contact mit dem Reagens bringen lässt, andererseits durch ihre eigenen Veränderungen (Coagulation etc.) die an den Dotterplättchen auftretenden Erscheinungen verdeckt. Weiter ist wohl zu beachten, dass die Dotterplättchen durch manche Agentien in einer Weise verändert werden, dass sie von den neben ihnen vorhandenen, gleichfalls eiweisshaltigen Dotterbläschen (Dotterzellen) nur bei grosser Aufmerksamkeit zu unterscheiden sind. Es ist deshalb nothwendig, die eintretenden Veränderungen an bestimmt in's Auge gefassten Plättchen Schritt für Schritt zu verfolgen, so mühsam und zeitraubend das auch sein mag, und würde es zu grossen Missnahmen führen, wollte man nur aus dem Vergleiche des Objektes vor und nach der Einwirkung eines Medium einen Schluss auf die Art der Einwirkung machen. Wir begegnen ferner hier wiederum dem schon mehrfach in der Reihe dieser Untersuchungen und namentlich bei den Krystallen von *Lathraea* vorgekommenen Umstande, dass nicht alle Plättchen durch dasselbe Reagens in gleicher Weise verändert werden. Ob das in nicht in die Wahrnehmung fallenden Unterschieden bei der Einwirkung oder in verschiedenen Zuständen der Objekte selbst seinen Grund hat, ist kaum möglich mit Sicherheit zu entscheiden, doch möchte ich für die meisten Fälle

lieber das Erstere als das Letztere annehmen. Dieser Umstand macht hier wieder eine umständlichere Beschreibung der Veränderungen für einzelne Fälle unumgehbar.

Wasser ruft zunächst die oben geschilderten Spaltungslinien an den Plättchen hervor. Bei vielen Plättchen kommt es alsbald zu einer wirklichen und vollständigen Lösung, welche von der Oberfläche und den Spaltungsflächen aus gleichmässig vorschreitet (Fig. 14. f), zuerst eine vollständige Zerklüftung und Trennung des Plättchens in mehrere Bruchtheile bedingt und diese unter stetiger Verkleinerung ganz in derselben Weise allmälig verschwinden macht, wie wir das bei einem beliebigen Salzkrystalle zu sehen gewohnt sind. — Viele andere Plättchen dagegen werden unter anderen eigenthümlichen Erscheinungen verflüssigt: es verwandeln sich erst ihre äusseren, allmälig auch ihre inneren Theile in eine mit der Umgebung sich nicht mischende Flüssigkeit, welche zu einem kugeligen Tropfen sich ansammelt, dessen Durchmesser vor dem Auge des Beobachters eine mittlere Grösse zwischen den verschiedenen Durchmessern des betreffenden Plättchens annimmt. Dieser Tropfen schliesst oft noch lange Zeit unversehrte Partieen des Plättchens ein, welche das Aussehen eines sich lösenden und an verschiedenen Punkten verschieden schnell angegriffenen Krystalles haben (Fig. 15. a, b) und bis zu ihrem vollkommenen Verschwinden doppelte Brechung zeigen. Häufig schon vor dem völligen Verschwinden dieses letzten Restes eines Dotterplättchens bilden sich in dem daraus entstehenden Tropfen, der in seinem Aussehen ganz den Dotterbläschen des frischen Eies vor ihrer Veränderung durch Wasser gleicht, eine oder mehrere Vacuolen, welche man oft zusammenfliessen sieht. Das Ganze sieht nun täuschend einer jugendlichen Zelle ähnlich, und wäre nicht in vielen Fällen noch ein krystallähnlicher Rest des Dotterplättchens vorhanden (Fig. 15. b, c), und wäre nicht die Grösse dieser Ge-

bilde ebenso verschieden, als die der früher vorhandenen Dotterplättchen, man würde sich kaum von dem Gedanken frei machen können, trotz aller Vorsicht durch irgend eine Täuschung hintergangen zu sein und nur veränderte Dotterzellen vor sich zu haben. Wenn VALENCIENNES und FRÉMY angeben, dass die Dotterplättchen in Wasser sich lösen, so ist das also genau genommen dahin zu verstehen, dass dieselben nach der Einwirkung von Wasser nicht mehr als Dotterplättchen aufzufinden sind; sie sind nur theilweise gelöst, zum anderen Theile aber in Scheinzellen verwandelt. Die letzteren mögen der Bildung einer Art ASCHERSON'scher Membran[1]) an der Berührungsfläche des verflüssigten Plättchens und des Wassers ihre Entstehung verdanken. In vielen dieser Scheinzellen erscheint alsbald aller ursprüngliche, stärker Licht brechende, plasmaartige Inhalt durch eine wachsende Vacuole verdrängt, und es ist wahrscheinlich, dass derselbe ganz zu einer Vergrösserung der Vacuolenhülle selbst verwendet wurde.

Es wird der Wahrheit nahe kommen, wenn wir die Sache kurz resümiren wie folgt: die Substanz der Dotterplättchen ist löslich in Wasser, die vollständige Lösung wird aber in vielen Fällen durch Bildung sogenannter Vacuolen-Membranen verhindert. Durch welche Umstände der letztere Fall bedingt werde ist unerforscht.

Getrocknete Dotterplättchen lösen sich zum Theile sehr rasch, zum Theile langsam in Wasser, zum Theile zerklüften sie bloss darin, namentlich unter Beihilfe mechanischer Einwirkungen, wie beim Hin- und Herschieben des Deckgläschens (ganz ähnlich wie die Aleuronkrystalle von *Bertholletia*); wieder andere endlich verändern sich gar nicht im Wasser. Ich muss hinzufügen, dass diese verschiedenen Angaben zum Theile auf Eier aus verschiedenen Monaten sich beziehen.

1) „Haptogen-Membran" ASCHERSON, MUELLER's *Archiv* 1840. p. 53.

Um die Lösung da, wo sie Statt findet, wahrzunehmen, ist es nothwendig, bei der Beobachtung gerade den Augenblick, in welchem Wasser und Dotterplättchen in Berührung treten, nicht zu versäumen.

Jodlösung verwandelt die Ichthidin-Plättchen in ähnlicher Weise wie oft Wasser in Tropfen, und ertheilt ihnen zu gleicher Zeit eine gelbe Farbe. An den Tropfen blasst dieselbe allmälig wieder ab und sie werden bald ununterscheidbar von der umgebenden Flüssigkeit. Es bleibt zweifelhaft ob eine wirkliche Lösung und Diffusion vor sich geht. Kleinere Plättchen erfahren häufig ausser der Färbung keine weitere Veränderung. — Von getrockneten Plättchen lösen sich die einen sehr rasch unter Aufquellen und man sieht die verflüssigte Substanz, von dem Strome der Jodlösung fort geführt, schnell damit sich mischen; bald aber lässt dieselbe etwas grumöse, gelb gefärbte Masse fallen, welche den Weg der Strömung bezeichnet. Andere zerklüften sich bloss, und namentlich die kleineren erhalten sich oft ziemlich vollständig unter Eintreten gelber Färbung.

Glycerin verflüssigt ebenfalls zu Tropfen, welche mit der Zeit immer weniger von der umgebenden Flüssigkeit sich unterscheiden lassen und endlich gänzlich verschwinden. Trockene Plättchen quellen darin auf und scheinen endlich zum Theile gelöst zu werden.

Man hat sich hier, wie bei anderen Reagentien (Ammoniak etc.) zu hüten, die veränderten Dotterbläschen, welche durch das Eintrocknen zu unregelmässig polyedrischen oder rundlichen Körperchen von ungefähr gleicher Grösse wie die Dotterplättchen geworden sind und von Glycerin nicht alterirt werden, für unveränderte Dotterplättchen zu halten. Diese eingetrockneten Dotterbläschen wirken merkwürdiger Weise ebenfalls auf das polarisirte Licht und erscheinen im Roth der ersten Ordnung, bald intensiver, bald

schwächer gelb und blau, und zwar nicht allein die polyedrischen, unregelmässigen Rhomboedern ähnlichen, sondern selbst solche, welche vollkommen rund und mit Vacuolen im Inneren versehen sind. Es erscheint höchst zweifelhaft, ob hier ebenfalls eine Krystallisation vorliege, oder ob die doppelte Brechung hier nur durch Spannungsverhältnisse bedingt werde, wie solches v. MOHL [1]) hinter ähnlichen sehr lebhaften Farbenerscheinungen bei den scharfkantigen, amorphen Inulinmassen in der *Radix Enulae* vermuthet.

In concentrirter Kalilauge werden die Plättchen nur etwas glänzender und rundlicher; bei Zugabe von Wasser quellen sie sehr stark und fast bis zum Unsichtbarwerden ihrer Ränder auf, lösen sich aber nicht. Sowohl abermaliges Concentriren als vollkommenes Auswaschen des Alkali bewirkt wieder eine Volumsveränderung, so dass sie deutlich in die Erscheinung zurückkehren. Ueber ihr Vorhandensein gibt ferner Jod nach dem vollkommenen Auswaschen durch Ertheilung gelber Farbe Aufschluss.

Ammoniak verwandelt die Plättchen schnell und ohne dass Spaltungslinien sichtbar werden in Tropfen, welche unter rascherem oder sachterem Auseinanderfahren mit der umgebenden Flüssigkeit sich mischen. Nach dem Auswaschen des Ammoniaks lassen sich durch Jod keine Plättchen mehr nachweisen. Ammoniak erscheint somit als Lösungsmittel. Auch getrocknete Plättchen löst Ammoniak schnell, wenn es concentrirt damit in Berührung geräth; ausserdem macht es dieselben nur stark aufquellen. (Die durchs Trocknen veränderten Dotterbläschen bleiben in Ammoniak ungelöst und lassen sich nun sehr gut auf ihr Verhalten zum polarisirten Lichte untersuchen).

Concentrirte Salpetersäure färbt die Plättchen gelb,

1) *Botan. Zeitung* 1858. p. 17.

ohne ihr Volumen zu verändern. Zusatz von kaustischem Kali verwandelt die Farbe in orange. Wasser macht nur stark aufquellen und dem entsprechend die Farbe blasser, neue Concentration des Mediums stellt den vorigen Zustand wieder her.

Das Millon'sche Reagens färbt die Plättchen (und den übrigen Einhalt) roth.

Concentrirte Salzsäure löst, aber erst beim Erwärmen und ohne Auftreten blauer Farbe. Vorerst getrocknete Plättchen erscheinen vor der Lösung zu einer bräunlich-gelben, schmierigen Masse umgewandelt.

Verdünnte Salzsäure (der Officinen) macht die Plättchen nur glänzender. Zusatz von Wasser löst sie nun unter starkem Aufquellen.

Schwefelsäure macht die Plättchen stark aufquellen, löst sie aber nicht. Nach dem Auswaschen mit Wasser weist sie Jod in ihrer früheren Gestalt und gelb gefärbt wieder nach. Ebenso verhalten sich die vorerst getrockneten Plättchen. (Dagegen löst Schwefelsäure die eingetrockneten Dotterbläschen).

Concentrirte Essigsäure (der Officinen) macht die Dotterplättchen aufquellen, löst sie aber nicht. Auswaschen mit Wasser stellt nahezu das frühere Volumen wieder her, ohne bei längerer Fortsetzung die Plättchen zu lösen. Jod färbt die Plättchen nun intensiv gelbbraun, ohne sie mehr zu verflüssigen. Ammoniak löst sie nicht mehr. Sie erleiden also durch Essigsäure eine eigenthümliche Veränderung, ein Vorgang, welcher an die Bildung des Acidalbumin's aus dem Eiweiss durch die Einwirkung von Säuren erinnert. — Beobachtet man die Einwirkung der Essigsäure im polarisirten und zwar farbigen Lichte, so sieht man die Farben jedes Plättchens verschwinden so weit als es eben aufgequollen ist und auch nach der Herstellung des früheren Volumens durch Auswaschen mit Wasser nicht mehr zurückkehren.

Durch Alkohol werden die Plättchen ohne Verände-

rung der Form coagulirt. Sie verlieren dabei ihre Durchsichtigkeit. Ihr Glanz wird sehr erhöht. Spaltungslinien treten nicht auf. Sie erscheinen nicht mehr doppelt brechend. Jodlösung färbt sie nun gelb ohne sie zu verflüssigen. Ammoniak löst sie nicht mehr, macht sie nur aufquellen. Ebenso sehr stark verdünnte Salzsäure und Essigsäure. Aehnlich wie Alkohol coagulirt auch Aether. Auch die getrockneten Plättchen werden dadurch verändert, so dass sie nunmehr in Ammoniak nur mehr aufquellen.

Kochen in Wasser coagulirt gleichfalls.

In Sublimat werden die Plättchen, wie in Alkohol, stark glänzend, verlieren die Eigenschaft doppelt zu brechen, verändern aber ihre Form nicht (bieten vielmehr gerade jetzt manche Vortheile für das Studium der Form). Ammoniak verändert sie, ausser dass es sehr durchsichtig macht, nicht weiter. Sie sind also durch Sublimat gleichfalls unlöslich geworden, indem, wie wohl angenommen werden darf, ihre Substanz nach Art der Eiweisskörper eine chemische Verbindung damit eingegangen hat.

Fettes Oel (Mandelöl) lässt die Plättchen unverändert.

Zersprengt man ein Karpfenei zwischen Objekt- und Deckglas in Oel und übt man nach vollständiger Ausbreitung seines Inhaltes noch weiteren Druck auf das Deckglas aus, so sieht man die Dotterplättchen sich zerklüften und viele derselben unter allmäligem Kleinerwerden, gleich einem Salzkrystall in Wasser, sich lösen. Wiederholt man den Druck und wirkt noch weiter auf die Eimasse mechanisch ein durch mässiges Verschieben des angedrückten Deckgläschens, so erscheinen nun alle Plättchen verschwunden und die Masse stellt nun eine emulsive Flüssigkeit dar: eine Menge von Oeltröpfchen, eingebettet in die Eimasse, und ebenso Tropfen und grössere Partieen der Eimasse, umschlossen von Oel, und selbst wieder kleinere Oeltröpfchen einschliessend.

Man sieht, Oel und Eimasse bleiben trotz aller mechanischen Vermengung unvermischt, und es kann deshalb auch hier nicht angenommen werden, dass die Dotterplättchen sich in dem Oel gelöst hätten. Als Lösungsmittel muss vielmehr die flüssige Grundsubstanz angesehen werden, in welche die Dotterplättchen im unverletzten Eie eingebettet sind. Es scheint zwar ein Widerspruch in der Annahme zu liegen, dass sie unter mechanischen Einflüssen in derselben Flüssigkeit sich wiederum lösen, aus welcher sie offenbar bei ihrer Gestaltung sich ausgeschieden haben müssen — welche somit als ihre Mutterlauge erscheint. Dieser Widerspruch dürfte sich aber lösen, wenn wir uns daran erinnern, wie durch die Anordnung der Dotterplättchen im unverletzten Eie dargethan ist, dass die Eiflüssigkeit vom Centrum gegen die Peripherie an Concentration abnimmt, und wenn wir erwägen, dass durch den Druck ihre dünneren und dichteren Partieen mit einander gemengt werden, und denselben weiter der Inhalt des zerquetschten Keimbläschens und der gleichfalls zerstörten Dotterbläschen beigemischt wird. Es erscheint nicht mehr als auffallend, dass die Mutterlauge nach solchen Veränderungen wieder als Lösungsmittel dienen kann.

In dieser Lösung scheiden sich oft schon nach zweimal 24 Stunden, meist später, nach 5 bis 8 und mehr Tagen, in grosser Menge verschieden gestaltete Krystalle aus (Fig. 19.). Sie sind meist tafelförmig ausgedehnt: ihrem Umrisse nach regelmässige, bald mehr bald weniger spitze Rhomben, ungleichseitige Sechsecke, deren grösster Durchmesser bald zwei stumpfe, bald zwei spitze Winkel halbirt, sehr häufig Rhomboide, seltener gleichschenklige, stumpfe Dreiecke, deren spitze Winkel zuweilen abgeschnitten erscheinen; oder sie stellen liegende dreiseitige Prismen oder rektanguläre Prismen dar, letztere häufig dick und kurz, mit abgestumpften Ecken und Kanten, so dass sie kissen- oder ballenartig aussehen.

Andere wieder sind mehr spitzweck- oder tonnenartig und dabei, wie auch mitunter die übrigen Formen, federig gekerbt.

Alle diese Formen gehören mit grosser Wahrscheinlichkeit dem rhombischen Krystallsysteme zu, und mit Rücksicht auf die Erscheinungen, welche sie im polarisirten Lichte darbieten, und unter zu Hilfe-Nahme freilich nur sehr approximativer Winkelmessungen, wie sie mit Hilfe des Zeichnungsprisma's ausgefürt werden können, lassen sich die meisten mit ziemlicher Sicherheit auf einander zurückführen.

Sie verhalten sich gegen das polarisirte Licht ganz ähnlich wie die Dotterplättchen: erscheinen bei einer vollkommenen Kreisdrehung in vier bestimmten Lagen milchweiss, seltener glänzend weiss im dunkeln Gesichtsfelde, und bei Untersuchung im Roth der ersten Ordnung in zwei jener Lagen gelb, in zwei anderen blau gefärbt, in den dazwischen liegenden aber gleich dem Gesichtsfelde. Die Schwingungsebenen liegen für die rhombischen Formen in den Halbirungslinien ihrer Winkel, und zwar die Schwingungsebene der grösseren Elasticität in der Halbirungslinie der spitzen Winkel, da der Krystall blau gefärbt erscheint wenn diese Linie in die rechte Diagonale des Gesichtsfeldes fällt (Fig. 23. a), vorausgesetzt natürlich, dass die Lage des Gypsplättchens die früher angegebene sei, und auch seine Schwingungsebene der grösseren Elasticität mit der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes übereinstimme. Die gleiche Schwingungsebene liegt für die rektangulär prismatischen Formen in einem der geraden Durchmesser, meist dem längeren (Fig. 23. d); für die sechsseitigen Tafeln, wenn zwei ihrer Winkel spitz sind, in der Halbirungslinie dieser Winkel (Fig. 23. b), und bei lauter stumpfen Winkeln senkrecht zur Halbirungslinie der kleinsten Winkel (Fig. 23. e); für die rhomboidischen Formen, wenn ihre spitzen Winkel sehr klein sind, parallel dem einen Seitenpaare (Fig. 23. c),

in der Halbirungslinie dieser Winkel, wenn dieselben den spitzen Winkeln der rhombischen Formen an Grösse gleich kommen (Fig. 23. g), und rechtwinklig zu dem einen Seitenpaare, wenn ihre spitzen Winkel den halben stumpfen der rhombischen Formen zu entsprechen scheinen (Fig. 23. f). Für die dreieckigen Formen liegt die eine Schwingungsebene (ich kann leider nicht angeben welche, da die Krystalle zu anderen Untersuchungszwecken verwendet worden waren, ehe ich die nöthigen Vorkehrungen zur Beobachtung im farbigen Lichte hatte treffen können) parallel der Seite, welche dem stumpfen Winkel des Dreieckes gegenüber steht. Diese Angaben stützen sich auf möglichst genaue Schätzungen und approximative Messungen; Messapparate zur Erlangung direkter Werthe standen mir nicht zu Gebote.

Gehen wir nun von der kaum zu sehr gewagten Voraussetzung aus, dass an den tafelförmig entwickelten Krystallen die am meisten ausgedehnten Flächen von gleichem krystallographischem Werthe seien, eine Voraussetzung, welche sich durch die Zusammenstimmung in den folgenden Betrachtungen rechtfertigen dürfte, und nehmen wir dieselben, da wir für Krystalle des rhombischen Systemes jede beliebige Axe als Hauptaxe wählen können, aus Bequemlichkeitsgründen für die basischen Flächen, die durch sie gehende senkrechte also als die krystallographische Hauptaxe, so erscheinen die beschriebenen regelmässig rhombischen Formen als Combination eines rhombischen Prisma's, oder, wenn ihre Ränder schief abgeschnitten sind [1]), wie das vorkommt, als Combination einer

1) Diese und ähnliche Formen, in welchen zur basischen Fläche schief stehende Seitenflächen entwickelt sind, machten es fraglich, ob die in Rede stehenden Krystalle nicht etwa dem klinorhombischen Systeme angehören. Auch die oben beschriebene gewöhnliche Form der Dotterplättchen könnte möglicher Weise diesem Systeme zu subsumiren sein (es könnten z. B. die als basisch beschriebenen Flächen

rhombischen Pyramide mit der basischen Fläche, und die Halbirungslinie der spitzen Winkel, in welcher die Schwingungsebene der grösseren Elasticität liegt, erweist sich dann als die längere der beiden krystallographischen Nebenaxen, als Makrodiagonale. Für die übrigen auf der basischen Fläche liegenden Formen können wir nunmehr die gleiche Axe sicher finden, indem wir die Schwingungsebene der grösseren Elasticität in ihnen bestimmen, wie das eben geschehen ist. Demgemäss leiten sich die übrigen Formen aus dem eben betrachteten rhombischen Prisma ab, wie folgt: durch Combination mit dem makrodiagonalen und dem brachydiagonalen Flächenpaare, von denen meist das erstere stärker entwickelt ist, die rektangulären Prismen (A. Fig. 24., in welcher überall m eine makrodiagonale, b eine brachydiagonale Fläche bezeichnet); durch Auftreten des ersteren (m, m) allein, die ungleichseitig sechseckigen Tafeln mit zwei spitzen Winkeln (durch die ausgezogenen Linien in B. Fig. 24. dargestellt), durch Auftreten des brachydiagonalen Paares (b, b) allein, die ähnlich gestalteten Tafeln mit lauter stumpfen Winkeln (von den ausgezogenen Linien in C. Fig. 24. umschlossen); beide Formen sind in der Regel nach der Richtung dieser Combinationsflächen am stärksten horizontal ausgedehnt. Für noch andere sechsseitige Formen, in welchen die Schwingungsebene der grösseren Elasticität nicht die oben angegebene Lage hatte, liess sich beim Fehlen zuverlässiger Winkelmessungen keine genügende Ableitung

---

für orthodiagonale, die einem makrodiagonalen Doma zugeschriebenen für die Seitenflächen eines Hendyoeders, die als brachydiagonales Doma betrachteten für ein vorderes und hinteres Hemidoma zu nehmen sein). Für beide Fälle ist diese Frage, abgesehen von allen anderen Schwierigkeiten ohne vergleichende Winkelmessungen, nie endgiltig entscheidbar. Da mir nun einmal zu diesem Entscheide die Mittel fehlten, so hielt ich mich in der Darstellung an jene Auffassung, welche sich mir am unmittelbarsten und allseitigsten aufgedrängt hatte, ohne damit die Frage als geschlossen betrachten zu wollen.

finden. Durch unregelmässige Flächenentwicklung entstehen weiter aus den beiden letzteren Combinationen rhomboidische Tafeln, indem zwei gegenüber liegende Flächen des rhombischen Prismas übermässig entwickelt, die ihnen anliegenden dagegen gänzlich unterdrückt sind, so dass die beiden makrodiagonalen (B. Fig. 24.) oder die brachydiagonalen Flächen (C. Fig. 24.) mit den übrig gebliebenen des Prismas zweimal unter spitzem Winkel zum Durchschnitte kommen. Andere rhomboidische Formen (D. Fig. 24, g. Fig. 23.) scheinen bloss ungleich ausgebildete rhombische Prismen zu sein, wie die Grösse ihrer Winkel nach approximativer Messung schliessen lässt. Die dreiseitigen Prismen und Tafeln, welche letztere nichts Anderes, als stehende dreiseitige Prismen (mit zum Theil abgestumpften Seitenkanten) darstellen, müssen als Hemiedrieen aufgefasst werden. Der folgende Versuch ihrer Ableitung aus einer Combination der im Vorhergehenden betrachteten Formen mag einige Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen können.

Es sei Fig. 25 (so weit sie von den ausgezogenen Linien umschlossen wird) die Combination eines rhombischen Prisma's (P) mit den makrodiagonalen Flächen (M), einem gleichnamigen Doma (D), wie es bei Abstumpfung der Randkanten des rektangulären Prisma's vorkommt, und der basischen Fläche (B), so wird bei abwechselnder Ausdehnung der Flächen, welche der horizontalen Zone angehören (d. i. der 4 Flächen P und der 2 Flächen M), z. B. die hintere makrodiagonale Fläche und das vordere Paar der Prismenflächen zurückbleiben. Von den Flächen der vertikalen Zone (2 Flächen M, 4 Flächen D und 2 Flächen B) wird die hintere und vordere makrodiagonale Fläche und die beiden basischen Flächen zurückbleiben. Da aber die vordere makrodiagonale Fläche auch der horizontalen Fläche angehört und in dieser unterdrückt wurde, so erscheint sie auf eine Kantenlinie reducirt und als

hemiedrische Gestalt erhalten wir ein dreiseitiges Prisma, geschlossen von den basischen Flächen (wie es die punktirten Linien in Fig. 25. andeuten). — Die hinteren Flächen des rhombischen Prisma's waren an ein paar der beobachteten Formen nicht vollständig unterdrückt und erschienen so als Abstumpfungsflächen der spitzwinkligen Seitenkanten der Hemiedrie. Parallel der Seite, welche der stumpfen Kante gegenüber steht, ist die Makrodiagonale gerichtet, ihr parallel liegt auch die eine Schwingungsebene, wie angegeben.

Die tonnenförmigen Krystalle scheinen Combinationen mehrerer gleichgestellter rhombischer Prismen verschiedener Axenlängen zu sein, unter Auftreten vielleicht auch des makrodiagonalen Flächenpaares, ähnlich wie die gleichen Formen der Harnsäure in Harnsedimenten.

Es mögen diese Erörterungen, obwohl sie nicht alle vorkommenden Formen umfassen, genügen, um die obige Angabe über die Zugehörigkeit derselben zum rhombischen Krystallsysteme zu rechtfertigen.

Was die stoffliche Natur dieser Krystalle betrifft, gab mir die mikrochemische Untersuchung folgende Anhaltspunkte zu ihrer Bestimmung.

Wird das Deckglas abgehoben, das Oel durch Betupfen mit Filtrirpapier möglichst entfernt und nun Wasser beigefügt, so lösen sich die Krystalle überall, wo sie nur mit dem Wasser in Berührung kommen. Sie lösen sich unvollkommen, wenn sie vorerst lufttrocken geworden sind.

In Jodlösung werden sie zu einer gelben flüssigen Masse, welche sich unvollkommen mit dem Reagens mischt, von seiner Strömung mit fortgerissen wird und den gemachten Weg durch Zurücklassen einer feinkörnig grumösen Masse bezeichnet.

In Glycerin quellen sie auf und scheinen sich allmälig zu lösen.

In Ammoniak lösen sie sich rasch und vollkommen.

Salpetersäure färbt sie allmälig gelb, ohne sie zu lösen.

Das MILLON'sche Reagens färbt sie nach einiger Zeit roth.

Diluirte Salzsäure macht die Krystalle glänzend und hebt die doppelte Brechung derselben auf.

In Essigsäure quellen sie auf bis zum Verschwinden, lassen sich aber durch Auswaschen mit Wasser und Beifügung von Jodlösung unter Zurückgehen auf ihr früheres Volumen wieder nachweisen.

Wird alles Oel durch wiederholtes Waschen mit Aether entfernt, so bleiben die Krystalle in ihrer Form unverändert zurück. Die Eigenschaft doppelt zu brechen haben sie dagegen nahezu vollständig verloren und zeigen im rothen Gesichtsfelde nur mehr ausserordentlich schwache gelbliche und bläuliche Farbentöne. In Wasser oder Glycerin bleiben sie nun unverändert, Jodlösung hat keine weitere Wirkung, als dass sie ihnen eine intensiv gelbe Farbe ertheilt, Ammoniak macht sie nur wenig aufquellen — kurz, sie sind durch Aether in einen unlöslichen Zustand übergeführt, coagulirt worden.

Aehnlich wirkt Alkohol.

Aehnlich auch Sublimat, wo durch das Oel (das natürlich nicht vorerst durch Aether entfernt werden darf) die Berührung mit den Krystallen nicht gehindert wird.

Die mikrochemische Untersuchung erweist also, dass die Substanz der in Rede stehenden Krystalle sich gegen die gleichen Agentien ebenso verhält, wie die Substanz der Dotterplättchen — wie aus der Vergleichung der Angaben hier und dort unmittelbar zu ersehen —, dass sie überhaupt mit dieser identisch ist. Eine Verwechselung mit der proteinartigen Masse, welche den Hauptinhalt der Dotterbläschen bildet und dem gleichfalls proteinartigen flüssigen Theile des Eies, welcher das Ichthulin VALENCIENNES's und FRÉMY's

darstellt, ist nicht möglich, da beiderlei Substanzen, wie schon oben theilweise berührt wurde, in ihrem Verhalten gegen Reagentien sowohl unter sich als von den Dotterplättchen sich auffallend unterscheiden.

Es steht somit fest, dass die Substanz der Dotterplättchen — um mit VALENCIENNES und FRÉMY zu sprechen — das Ichthidin krystallisationsfähig ist, und wir können darnach angesichts dessen, was über die Gestalt, über die Spaltungsverhältnisse und über die Lichtbrechungsqualitäten der Dotterplättchen angeführt wurde, keinen Augenblick mehr zweifeln, dass die Dotterplättchen des Karpfen wirkliche Krystalle — Ichthidin-Krystalle — sind, welche durch das angegebene Verfahren zum Umkrystallisiren gebracht werden können. Es wird nun klar sein, dass die obigen Entwicklungen über die Krystallgestalt der Dotterplättchen und namentlich die Bezeichnung der Axen keine willkührliche war; dass vielmehr die Vergleichungspunkte, welche in der Gestalt der künstlich erhaltenen Krystalle und deren Farbenerscheinungen im polarisirten Lichte geboten sind, dafür bestimmend waren.

Nicht in jedem Präparate, wie hier beigefügt werden mag, kommt es zur Ausscheidung dieser Krystalle. Ich glaube das günstige Resultat meist dann erhalten zu haben, wenn ich die Dotterplättchen der in Oel zerdrückten Eier nur durch wenige Stösse auf das Deckglas zum Zerfliessen brachte, so dass Oel und Eimasse wenig mit einander gemischt, ersteres gewissermassen nur eine Schutzdecke gegen schnelles Vertrocknen der letzteren war. Mitunter erstarrt die Masse ohne Krystallisation und zieht sich unter Entstehung von Trockenrissen zusammen. Solche Trockenrisse setzen sich häufig auch von der umgebenden Masse aus durch die Krystalle hindurch fort und zerspalten sie in unregelmässige Stücke (wie in e und g Fig. 23 angedeutet ist). Zugleich glaube ich bemerkt zu ha-

ben, dass die Krystallisation zuerst an jenen Stellen beginnt, welche dem Rande des Deckglases, also der Luft am nächsten liegen. Die beiden letzterwähnten Umstände machen es ziemlich wahrscheinlich, dass die Krystallbildung in Folge langsamer Verdunstung eintritt. Ob dabei eine durch das Oel vermittelte Sauerstoffaufnahme mitwirke, muss dahin gestellt bleiben. Das Eingetretensein der Krystallbildung wird am schnellsten und sichersten im polarisirten Lichte erkannt.

Neben den eben beschriebenen Krystallen scheiden sich dann und wann in der zerdrückten Eimasse auch kleinere oder grössere Drusen und Gruppen nadelförmiger Krystalle oder dendritische oder unregelmässige Formen aus, welche schon durch ihr ganzes Aeussere, namentlich aber durch ihre ungleich stärkere doppelte Brechung beurkunden, dass sie mit den umkrystallisirten Dotterplättchen durchaus Nichts gemein haben. Sie können nichts Anderes als Salze des Dotters sein. — Diese Krystalle bleiben unverändert beim Entfernen des Oeles durch Alkohol und Aether und verhalten sich darnach gegen andere Reagentien wie zuvor. Sie sind in Wasser kaum löslich; nur an sehr feinen Splittern zerdrückter Krystalle war in einem dauernden Strome von Wasser eine Substanzabnahme bemerklich. Jodlösung bewirkt weder eine Färbung noch sonst eine Veränderung an denselben. Ebensowenig Ammoniak. In Säuren (Essigsäure, verdünnte Salzsäure) lösen sie sich leicht und ohne Aufbrausen. Auch in Schwefelsäure lösen sie sich vollkommen und ohne Zurücklassen von Gypsnadeln, so dass wohl ersichtlich, dass sie weder ein Alkali- noch ein Kalksalz sind. Ihre Schwerlöslichkeit in Wasser und der Umstand, dass an einzelnen ziemlich deutlich Formen des rhombischen Krystallsystemes erkennbar waren, macht es höchst wahrscheinlich, dass sie aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehen, eine Annahme, welche durch das gleichzeitige Vorkommen von Chlorammonium und phos-

phorsaurer Magnesia im Karpfenei nach GOBLEY [1]) noch weiteren Halt gewinnt.

Es möchte durch das zuletzt Angeführte bei Manchem, und namentlich bei jenen, welche die allerdings innerhalb bestimmter Grenzen eingeschränkte Sicherheit mikrochemischer Untersuchungen zu unterschätzen gewohnt sind, die Frage entstehen, ob die beschriebenen Ichthidin-Krystalle nicht eigentlich ebenfalls Salzkrystalle und durch die proteinartigen Körper des Eies nur verunreinigt seien, wie z. B. die Krystalle der Harnsäure durch Harnpigment, woraus dann ihr Verhalten zu Jod, zu Salpetersäure, zum MILLON'schen Reagens, zu Alkohol u. s. f. vielleicht sich erklären liesse. Wer sich die Mühe nehmen will, die dargelegten Untersuchungen zu wiederholen, wird im Stande sein, eine solche Vermuthung mit Bestimmtheit zu negiren. Die blosse Beschreibung freilich kann nie die Ueberzeugung gewähren, wie sie die vielseitige Behandlung des Objektes selbst giebt. Ich will nur noch darauf hinweisen, dass, wenn wirklich in den Krystallen zweierlei Körper mit einander gemengt wären, diess bei dem Zusammenbringen mit den verschiedenartigen Reagentien sich hätte offenbaren müssen; es können wohl nicht zwei Körper existiren, welche gegen alle beliebigen Reagentien sich gleich verhalten, ohne eben derselbe Körper zu sein. Eine derartige Mengung liess sich theilweise für die als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia betrachteten Krystalle nachweisen. Diese liessen bei ihrer Lösung in Schwefelsäure mitunter eine aufgequollene Masse zurück, welche sich beim Auswaschen in Wasser verkleinerte und durch Jod gelb färbte, mithin als einge-

1) GOBLEY fand an Salzen im reifen Karpfenei: 0,042 % Chlorammonium, 0,447 Chlornatrium und Chlorkalium, 0,037 schwefelsaures und phosphorsaures Kali, 0,292 phosphorsauren Kalk und Magnesia. *Journ. de Pharm. et Chim.* 3me sér. t. XVIII. 1850. p. 115, 118. Vergl. auch die Citate p. 84.

schlossenes Ichthulin sich erwies. Nie konnte der gleiche oder der umgekehrte Fall für die Ichthidin-Krystalle beobachtet werden. Damit, dass ich diese Krystalle nicht als Gemenge eines proteinartigen und eines anderen, krystallisirten Körpers, eines Salzes, betrachten kann, will ich übrigens nicht sagen, dass sie nicht unorganische Salze enthalten. Es wies ja die Untersuchung von FRÉMY eine geringe Quantität Aschenbestandtheile in denselben nach, wie diese in jedem Körper proteinartiger Zusammensetzung nachgewiesen sind. Ich behaupte nur, dass die organische Masse nicht blosser Gemengtheil der Krystalle sei, dass die Ichthidin-Krystalle ihre Bildung überhaupt nicht eigentlich ihren unorganischen Bestandtheilen verdanken, ebenso wenig als wie etwa im citronensauren Kali nur das Kali krystallisirt ist und die Citronensäure bloss einschliesst; dass vielmehr beide Theile, wie sie eben zusammen das Ichthidin bilden, so auch im Krystalle gesetzmässig mit einander vereinigt sind. Die Art ihrer Verbindung nachzuweisen bleibt Aufgabe der Zukunft; für ihre Lösung scheint eben aus der Krystallisirbarkeit der Verbindung neue Hoffnung entnommen werden zu können.

Darüber, dass das Ichthidin, wenn auch nicht als Proteinkörper im engeren Sinne des Wortes, so doch als solcher im weiteren Sinne, als proteinartiger Körper, wie es gestattet sein mag sich auszudrücken, zu nehmen ist, darüber glaube ich mich gegenüber den angeführten mikrochemischen Untersuchungen und den Analysen der Dottersubstanzen von VALENCIENNES und FRÉMY in ihrer gegenseitigen Ergänzung nicht weiter verbreiten zu müssen (vergl. namentlich oben pag. 86). Dass meine Untersuchungen und die Angaben VIRCHOW's nicht überall in vollem Einklange stehen, erklärt sich wohl leicht, wenn wir uns erinnern, dass die Angaben dieses Beobachters nicht immer bestimmt auf das Karpfenei sich beziehen, und wenn wir bedenken, dass in dem Verhalten der

Dotterplättchen gegen gewisse Agentien in der That Verschiedenheiten existiren, welche in Altersunterschieden des Eies oder in anderen noch unbekannten Nebenumständen begründet zu sein scheinen. Ich glaube von allen Abweichungen in unseren Angaben nur die bezüglich der Coagulirbarkeit der Dotterplättchen hervorheben zu müssen.

2) Dotterplättchen des Frosches.

Der Widerspruch, in welchem das Resultat meiner Untersuchungen bezüglich der Krystallnatur der Dotterplättchen mit dem der französischen Beobachter steht, konnte möglicher Weise darin begründet sein, dass die Untersuchungen der Letzteren nicht auf die Dotterplättchen der Knochenfische, sondern auf die der Knorpelfische sich beziehen, welche aus einem chemisch differenten Stoffe bestehen. Es war zwar höchst unwahrscheinlich, dass in ihrem Vorkommen den Ichthidin-Krystallen so analoge Gebilde, wie die Ichthin-Körner, durch ihre überraschend regelmässige Gestalt, welche in äusserster Uebereinstimmung mit der der Ichthidin-Krystalle steht, und durch die vollkommen gleich gesetzmässige Theilbarkeit etwas Anderes, als das gleiche innere Wesen — die Krystallnatur beurkunden sollten. Doch liessen mich die chemischen Verschiedenheiten und der weitere Unterschied, welcher in der Dauer dieser Gebilde gelegen ist, in hohem Grade wünschen, meine Untersuchungen auch auf die Ichthin-Plättchen VALENCIENNES's und FRÉMY's auszudehnen. Leider standen mir keine brauchbaren Rochen- oder Haifischeier zu Gebote, und ich musste mich deshalb an die ebenfalls für Ichthin erklärten Dotterplättchen des Frosches halten.

Zu dieser vergleichenden Untersuchung wurden die grössten der im Monate Januar im Eierstocke vorfindlichen Eier (von circa 2 mm Durchmesser) von *Rana esculenta* benutzt.

Die Dotterplättchen des Frosches (Fig. 16.) zeichnen sich neben ihrer mehr quadratischen Form vor denen des Karpfen zunächst durch ihr geringes Volumen aus. Es misst die Quadratseite der grösseren 0,008 bis 0,009 mm; ihre Dicke beträgt 0,002 bis 0,004 mm. Sie erscheinen sehr regelmässig mit abgestumpften Ecken. Eintrocknen lässt ihre Gestalt unverändert. Rhombische Formen, wie sie Funke (a. a. O.) zeichnet, sind sicherlich nur Scheinformen, durch Schieflage der Plättchen bedingt.

Mechanischen Einflüssen leisten sie viel grösseren Widerstand, als die Dotterplättchen des Karpfen. Nur unter bedeutendem Drucke und gleichzeitiger Reibung zerklüften sie in ziemlich regelmässige längere und kürzere rechteckige Fragmente.

Wasser macht an vielen, ähnlich wie bei den Ichthidin-Plättchen des Karpfen, Spaltungslinien hervortreten, verändert aber nicht weiter.

Jodlösung desgleichen.

Ammoniak löst sie auf.

Kaustisches Kali verändert sie nicht. Zusatz von Wasser dehnt sie stark aus und scheint sie endlich auch zu lösen.

Salpetersäure färbt sie gelb. Kali nunmehr orange.

Concentrirte Salzsäure bewirkt Volumsvermehrung. Beim Erwärmen erfolgt Lösung ohne Hervortreten blauer Farbe.

Verdünnte Salzsäure macht wenig, bei Zugabe von Wasser mehr aufquellen.

Verdünnte Schwefelsäure löst die Plättchen auf.

Concentrirte Essigsäure dehnt nicht ganz auf das Doppelte des Durchmessers aus, löst aber nicht. Auswaschen mit Wasser stellt das frühere Volumen wieder her. Ammoniak dehnt die Plättchen neuerdings aus, löst sie aber nicht

mehr. Sie verhalten sich in diesem Punkte also sehr ähnlich den Ichthidin-Plättchen, und ich finde die Angabe VALENCIENNES's und FRÉMY's über die Löslichkeit in Essigsäure, welche sie nach wiederholten Beobachtungen zu einem Hauptmerkmale zwischen Ichthin und Ichthidin machen, nicht bestätiget. Vorausgesetzt, dass die Angabe jener Beobachter über die Löslichkeit der Dotterplättchen von Knorpelfischen in Essigsäure richtig ist, vorausgesetzt ferner, dass nicht etwa im vollkommen reifen Froschei die Dotterplättchen sich anders verhalten, als ich gefunden habe, so scheint demnach die Uebereinstimmung beider in chemischer Beziehung keine vollkommene zu sein. Doch liegt in der wahrscheinlichen Verschiedenheit nicht Grund genug, um der Substanz der Plättchen im Froschei den Namen Ichthin vorzuenthalten. Dass die Dotterplättchen des Frosches jedenfalls näher dem Ichthin als dem Ichthidin VALENCIENNES's und FRÉMY's stehen, geht aus den übrigen angeführten Reaktionen hervor.

In Alkohol coaguliren die Plättchen. Ammoniak löst sie nun nicht mehr.

In Aether desgleichen.

Dass die Dotterplättchen des Frosches im polarisirten Lichte nur sehr schwache Zeichen doppelter Brechung liefern würden, konnte in Rücksicht auf ihre geringe Grösse nicht anders erwartet werden. Nur dem geübten Auge werden die Spuren gelber und blauer Färbung nicht entgehen, welche die grösseren, flach liegenden Plättchen, sowohl frische als getrocknete, im Roth der ersten Ordnung zeigen; das geübte Auge wird sie aber auch so sicher erkennen, dass es dem Urtheile ohne Zaudern beitreten wird, welches ich hier mit Bestimmtheit ausspreche: Die Ichthin-Plättchen des Frosches sind doppelt brechend. Die Erscheinungen sind in der That hier schwächer, als bei gleich grossen Ichthidin-Plättchen. Sie treten am deutlichsten an flach liegen-

den Plättchen hervor, für welche, wie für die Ichthidin-Plättchen, wieder die Richtung der Makrodiagonale die Farbe bestimmt; an Plättchen, welche auf der Kante stehen, tritt der stärkere Glanz der Unterscheidung der Farben hinderlich in den Weg.

Nach diesen Angaben ist es fast überflüssig, betreffs der Untersuchung im polarisirten Lichte vor einer Verwechselung der Dotterplättchen mit anderen doppelt brechenden kleinen Körperchen zu warnen, welche im Blute des Frosches vorkommen und bei der Präparation leicht zugleich mit dem Eiinhalte auf den Objektträger gerathen. Es hat sie bereits v. Erlach[1]) beschrieben. Sie sind von der Grösse etwa des Kernes der Blutkörperchen und erscheinen sehr hell leuchtend im dunkeln Gesichtsfelde. v. Erlach hält sie für Krystalle.

In ähnlicher Weise wie für das Ichthidin auch hier angestellte Versuche die Plättchen umzukrystallisiren lieferten kein positives Resultat. Ich glaube den Grund davon einfach darin suchen zu müssen, dass hier durch die verändernden Einflüsse zwar ein molekulares Zerfallen der Dotterplättchen bis zur Grösse der im Froschei vorkommenden Pigmentkörnchen, von denen sie alsdann nicht weiter unterscheidbar waren, bewirkt werden konnte, nicht aber eine wirkliche Lösung. Es ist das um so weniger auffallend, wenn die oben aufgestellte Annahme über die Art, in welcher bei den Karpfenplättchen eine Lösung bewirkt zu werden schien, richtig ist; Dotterbläschen, welche ein Lösungsmittel mit liefern könnten, fehlen dem Froschei. Zugleich erscheint die Ichthin-Substanz überhaupt als schwerer löslich.

Es kann das letzterwähnte negative Resultat gegenüber der vollkommenen Uebereinstimmung der Dotterplättchen des Frosches mit den Ichthidin-Krystallen des Karpfen in Anse-

1) K. v. Erlach in Mueller's *Archiv* 1847. p. 323.

hung der Form, der Spaltbarkeit und der optischen Eigenschaften das Urtheil nicht zurückhalten, dass auch die Ichthin-Plättchen Krystalle sind.

3) Dotterplättchen der Schildkröten.

Auch die Dotterplättchen der Schildkröten sind nichts Anderes als Krystalle. Sie entsprechen den Ichthin- und Ichthidin-Krystallen, weichen von denselben aber namentlich darin ab, dass sie nicht frei neben den übrigen Formelementen des Dotters im Eie vorkommen, sondern von solchen eingeschlossen sind. Das Letztere muss wenigstens nach den Angaben RATHKE's und AGASSIZ's (s. oben) angenommen werden. VALENCIENNES und FRÉMY mögen sie durch Waschen des Dotters mit Wasser, welches nach AGASSIZ die äusserst zarte Membran der sogenannten Dotterzellen (Dotterbläschen) bersten macht, frei erhalten haben, wenn nicht unter der runzligen Membran, die sie denselben zuschreiben, vielleicht der zurückbleibende Mesoblast AGASSIZ's zu verstehen ist, und wenn nicht ihre Emydin-Körner vielmehr die Dotterkugeln oder Dotterzellen selbst als die darin eingeschlossenen Dotterplättchen sind, worüber unten des Weiteren.

Mir war es leider nicht gegönnt, über diese Fragen zur Entscheidung zu kommen, da ich keine frischen Eier untersuchen konnte.

An einem in Spiritus aufbewahrten, etwa halbreifen Eierstocksei von 15 mm Durchmesser der *Testudo tabulata* bestand der ganze Inhalt neben wenigem thranig riechenden Fette aus durchscheinend gelben, harten Kugeln (Fig. 17.) von 0,002 bis zu 0,1 mm Grösse, welche an der Peripherie des Eies zu einer Art Rinde fest zusammengebacken, in der Mitte des Dotters aber isolirt waren, so dass derselbe nach dem Austrocknen und Zerdrücken eine pulverige Masse darstellte.

Diese Kugeln erwiesen sich bei näherer Untersuchung als solide Massen eines eiweissartigen Körpers, bald vollkommen rund, bald mehr oder weniger mit abgeflachten Stellen oder Eindrücken und stumpfen Ecken, wie durch gegenseitigen Druck, versehen, von neben liegenden Fetttropfen leicht durch ihre Unlöslichkeit in Alkohol und Aether zu unterscheiden und dadurch, dass sie in Jodlösung sich intensiv gelbbraun färben. Erst bedeutender Druck und Stoss macht sie in zwei halbkugelige oder in mehrere Theile mit muschligem Bruche zerspalten. Sie färben sich durch das MILLON'sche Reagens intensiv roth. Concentrirte Salzsäure macht sie stark aufquellen und löst sie beim Erwärmen ohne blaue Farbe. Kaustisches Kali macht sie wenig, Zusatz von Wasser nun aber sehr stark aufquellen, so dass ihre Ränder nahezu verschwinden; fortgesetztes Auswaschen mit Wasser verkleinert sie allmälig wieder. Ammoniak vergrössert gleichfalls ihr Volumen. Ihre Oberfläche erscheint häufig fein grubig; ebenso ihre Bruchflächen, und unter schwachen Vergrösserungen sehen sie aus wie granulirt, trüb rauchbraun, was durch eine grosse Anzahl sehr kleiner Vacuolen in ihrem Inneren bedingt zu sein scheint (Fig. 17. c).

Diese Kugeln scheinen die Dotterzellen der Autoren zu sein. Ich konnte zwar nie eine membranöse Hülle an ihnen ausfindig machen, aber dieser Umstand kann hier nicht massgebend sein, da die Kugeln durch die Aufbewahrung in Alkohol sicher mancherlei Veränderungen erfahren hatten. Massgebend erscheint aber einerseits ihre Grösse (RATHKE gibt dieselbe für seine „zellenartigen Dotterkörner" auf 0,0006 — 0,003" an, was unter Voraussetzung, dass rheinisches Maas gemeint sei, 0,0156 — 0,078^{mm} gleich kommt) und hauptsächlich der am meisten uns hier interessirende Umstand, dass sie Einschlüsse von verschiedener krystallinischer Gestalt enthalten, die offenbar den „cry-

stalloid Entoblasts“ von Agassiz und folglich auch den „kernartigen Fettblasen“ Rathke's entsprechen.

Diese krystallartigen Einschlüsse — die eigentlichen Dotterplättchen — sind von der übrigen Masse der unveränderten Kugeln schwer zu unterscheiden. Deutlicher treten ihre Contouren hervor, wenn Jodlösung beigefügt wird, obwohl sie durch dieselbe nicht mehr und nicht weniger als der Rest der Kugel gefärbt werden. Ich fand sie, geschweige in allen, vielmehr nur in der grossen Minderzahl der Kugeln. Sie erfüllten dieselben selten bis über die Hälfte, drusenförmig mit einander verbunden (Fig. 17. a). Meist waren sie nur einzeln (Fig. 17. b) oder zu zweien und dreien (Fig. 17. c) in einer Kugel vorhanden und, wie es schien, immer dem Rande derselben anliegend.

Ihrer Gestalt nach sind diese Einschlüsse bald langgezogen sechseckig, bald quadratisch oder rektangulär, bald rhombisch oder rhomboidisch, bald unregelmässig eckig oder oval (Fig. 17).

An Grösse kommen sie selten nach irgend einem Durchmesser der einschliessenden Kugel gleich, meist sind sie mehrfach kleiner. Ihr Durchmesser betrug in einzelnen Fällen (für mittelgrosse Kugeln von 0,045 mm) bei quadratischer Gestalt 0,018 mm, bei länglicher Gestalt der grössere Durchmesser 0,022 und 0,031, der kleinere 0,0135 mm. Sie nähern sich also der Grösse nach den Dotterplättchen des Karpfen.

Bei der Einwirkung von Reagentien scheinen sich die krystallartigen Einschlüsse nicht anders zu verhalten, als die umschliessende Masse. Da sie von letzterer sich nicht trennen liessen, konnten sie auch nicht direkt der Einwirkung der Agentien ausgesetzt werden. Nur zufällig gelang es, einzelne dieser Körperchen in aufgequollenem Zustande aus den in verdünntem Kali ausgedehnten Kugeln herauszuquetschen.

In Rücksicht auf ihre ausgeprägte Krystallgestalt, welche

kaum zweifelhaft wieder Formen des rhombischen Systemes darstellt, und in Rücksicht auf ihr Verhalten gegen das polarisirte Licht stehe ich keinen Augenblick an, diese Einschlüsse den im Vorausgehenden betrachteten Dotterkrystallen anzureihen. Untersucht man nämlich die Dotterkugeln unter Oel im polarisirten Lichte bei Anwendung eines Gypsplättchens vom Roth der ersten Ordnung, so erscheinen die krystallinischen Einschlüsse in bestimmten Lagen auf's Schönste gelb oder blau gefärbt, während die Dotterkugeln selbst keine Wirkung auf das polarisirte Licht zeigen.

An einem nahezu reifen, in demselben Eierstocke befindlichen Eie von 26 mm Durchmesser fanden sich ganz die gleichen Formelemente, wie sie eben beschrieben wurden, daneben aber auch solche von viel bedeutenderer Grösse und oft sehr bizarrer Form, massig, mit scharfen Ecken und langen Vorsprüngen, gestreckt bis zu 0,27 mm Länge bei 0,1 mm Breite und unregelmässig knollig, wie Fig. 18. Krystallinische Einflüsse konnte ich in diesen grossen Formen nicht auffinden, wohl aber auch in diesem Eie in den Kugeln von gewöhnlicheren Dimensionen.

Halte ich meine Wahrnehmungen mit den oben angeführten von Valenciennes und Frémy über die „Emydin-Körner" zusammen, so lässt die Grösse, welche sie bis zu 0,1 mm gehend fanden, die rundliche oder eiförmige Gestalt und das Umschliessen eines sechseckigen Kernes vermuthen, dass unter den Emydin-Körnern vielmehr die nichtkrystallinischen Dotterkugeln als die krystallinischen Einschlüsse zu verstehen seien. Die Angabe, dass die krystallinischen Einschlüsse selbst unter Verschwinden ihrer Winkel zu Kugeln heranwachsen sollen, macht es hinwiederum wahrscheinlich, dass die genannten Autoren überhaupt nicht scharf zwischen beiden Gebilden unterschieden haben.

Dass die Dotterkugeln im frischen Zustande andere Ver-

hältnisse darbieten müssen, als sie sich an den in Alkohol wahrscheinlich zur Coagulation gebrachten Kugeln beobachten liessen, ist wohl kaum zu bezweifeln. Ob aber je an den Krystalleinschlüssen eine dicke Membran und ein dickflüssiger, fettartiger Inhalt sich finden wird, wie AGASSIZ und RATHKE beschreiben, ist mir mehr als unwahrscheinlich. Ob dieselben ganz die gleiche Substanz wie die Kugel selbst — Emydin — darstellen, muss dahin gestellt bleiben. Beide sind jedenfalls dem Ichthin sehr verwandt, wie für die Kugelsubstanz aus dem chemischen Verhalten, für die Einschlüsse weiter aus der gleichen Krystallnatur hervorgeht. Die letzteren scheinen in der That kaum etwas Anderes, als ein krystallisirter Theil der Emydin-Kugel zu sein, und können deshalb wohl mit Recht als „Emydin-Krystalle" bezeichnet werden.

Was die Aehnlichkeit des Ganzen mit anderen Gebilden betrifft, so mag hier namentlich auf zweierlei hingewiesen sein: auf die in amorpher Masse einen Krystallkern umschliessenden und selbst von einer Art Membran oder Rindenschicht umschlossenen Aleuron-Körner, wie sie für *Ricinus* beschrieben wurden, und weiter auf die Zellkerne von *Lathraea*, welche schon in morphologischer Hinsicht den Mesoblasten von AGASSIZ verwandt sind, ferner aber noch durch das Krystallisiren eines Theiles ihres Inhaltes und durch das feinvacuolige, trübbraune Aussehen, welches nach der Einwirkung von Alkohol häufig hervortritt, denselben gleichen. Auch mit den gleichfalls von Vielen für freie, deutlich bläschenartige Kerne, statt für Zellen, angesehenen Blutkörperchen, wenn ihr Inhalt, wie bei den Fischen, zu einem Krystalle geworden ist und die Membran sich enge demselben angeschmiegt hat, sowie mit den theilweise verflüssigten und in der so veränderten, zur Vacuole gewordenen Masse einen Krystallrest einschliessenden Ichthidinplättchen bestehen gewisse Analogieen.

Schluss.

Kehren wir nunmehr, nachdem wir alle bekannten, in den Bereich dieser Untersuchung fallenden Gegenstände in Betrachtung genommen haben, zu den Folgerungen zurück, welche schon aus der Untersuchung des zuerst hier behandelten gezogen wurden.

Von diesen Folgerungen, dahin lautend, dass die in den Zellkernen von *Lathraea* enthaltenen Körperchen Krystalle seien und dass sie aus einer proteinartigen Substanz bestehen, schien jede für sich aus den mitgetheilten Beobachtungen über die Gestalt, die optischen Eigenschaften und über das Verhalten der Körperchen zu Reagentien mit ziemlicher Sicherheit hervorzugehen.

Die besagten Körperchen zeigen eine so regelmässig krystallinische Gestalt, dass auch für die zweifelsüchtigsten Beobachter darüber schlechterdings nicht hinwegzukommen ist. Dass sie diese Gestalt von aussen aufgedrungen erhielten, also Pseudomorphosen seien, dafür lässt sich auch nicht der geringste Anhaltspunkt auffinden. Ist nun aber Krystall überhaupt jede starre Masse, welche von einer bestimmten Anzahl gesetzmässig zu einander geneigter Flächen begrenzt ist und diese Gestalt gemäss innerer, in ihrem Wesen liegender und mit der Gesammtheit der übrigen Eigenschaften gesetzmässig verknüpfter Qualitäten besitzt, so scheinen auch die Körperchen in den Zellkernen von *Lathraea* als Krystalle angesehen werden

zu müssen. Dabei bleibt allerdings zu erwägen, dass wir einen positiven Beweis für die Selbständigkeit ihrer Gestalt nicht besitzen, indem keine Beobachtungen vorliegen, dass sie nach Aufhebung des festen Zustandes eine gesetzmässige Gestalt wieder anzunehmen im Stande seien. Dagegen erscheint unser Urtheil dadurch weiter gestützt, dass jene Körperchen, ihrer Gestalt nach nicht dem tesseralen Systeme beizählbar, im polarisirten Lichte sich als doppelt brechend erweisen, wie es für Krystalle der übrigen (ungleichaxigen) Systeme gesetzmässig ist.

Ebenso lässt über ihre proteinartige Natur einerseits ihr Verhalten zu allen den Agentien, welche die bekannten eiweissartigen Körper in charakteristischer Weise verändern — Jod, Salzsäure, Salpetersäure, Millon'sches Reagens, Zucker und Schwefelsäure, Mineralsäuren und organische Säuren überhaupt, Alkalien, Sublimat und andere Metallsalze, Alkohol, Aether, Siedehitze — kaum einen Zweifel. Andererseits fehlt uns jedoch der direkte Nachweis ihrer proteinartigen Zusammensetzung, welchen nur die Wage zu geben vermag und den uns jene Reaktionen nie ersetzen können.

Durch diese Lücken in den Beobachtungen, welche zu beseitigen bis jetzt kein Mittel ausfindig gemacht werden konnte, scheint dem Zweifel Eingang gestattet zu sein, ob nicht die eine oder die andere der obigen Folgerungen zu gewagt sei, zumal sie nach den gangbaren Vorstellungen und bisherigen Erfahrungen, welche den Substanzen von proteinartiger Zusammensetzung die Fähigkeit zu krystallisiren absprechen, sich gegenseitig ausschliessen müssten. Diese Lücken scheinen namentlich der Suggestion Raum zu geben, dass wir es in diesen krystallgestaltigen Körpern mit einem Gemenge von zweierlei Stoffen zu thun haben, einem krystallisirten nicht proteinartigen und einem die Krystalle bloss imprägnirenden, auf dessen Rechnung die proteinartigen Reaktionen zu schreiben wären.

Ich war bestrebt, jene beiden für die Beobachtungen bei *Lathraea* unvermeidlichen Lücken auf indirekte Weise auszufüllen und aus den Untersuchungen anderweitiger Objekte zu ergänzen, welche mit den krystallartigen Körpern von *Lathraea* vergleichbar schienen, insofern sie neben den Reaktionen der Proteinkörper zugleich Krystallgestalt zeigten.

Was über das Hämatokrystallin bis jetzt bekannt geworden, erscheint schon als vollkommen geeignet, die eine dieser Lücken auszufüllen. Funke und Lehmann haben uns gelehrt diesen Körper beliebig aus einer Lösung in Krystallen auszuscheiden und es ist dadurch volle Gewähr gegeben, dass wir hier nicht etwa von einer Aftergestaltung (Pseudomorphosenbildung) hinter's Licht geführt werden. Dagegen macht sich hier einerseits der Mangel einer Beobachtung über das Verhalten der Krystalle im polarisirten Lichte fühlbar, und andererseits ist auch für diese Krystalle die chemische Untersuchung noch nicht so weit, als wünschbar, gediehen. Alle Reaktionen und die vorläufigen Analysen machen es zwar unbedingt wahrscheinlich, dass hier ein Körper von der Zusammensetzung der Proteinsubstanzen vorliegt, wie Lehmann urgirt, und wie nach ihm alle chemischen Handbücher neuerer Zeit annehmen. Aber die chemische Analyse hat diese Wahrscheinlichkeit noch nicht zur Gewissheit erheben können, da es erst in der neuesten Zeit gelungen ist die Krystalle rein von allen Einschlüssen, unter denen der Blutfarbstoff die hartnäckigste Rolle spielte, darzustellen. Wir haben nunmehr gegründete Hoffnung bald in den Besitz jener Daten zu gelangen, welche im Stande sein werden, die Frage nach allen Seiten definitiv zu erledigen.

Lückenloser als über die beiden voraus genannten Körper sind schon die Untersuchungen über die Aleuron-Krystalle. Wir mögen uns an die am genauesten untersuchten von *Bertholletia excelsa* halten. Maschke hat dieselben aus einer Lösung

in Gestalten des gleichen Systemes, welchem die natürlich vorkommenden Krystalle angehören, wieder krystallisirt erhalten. Er deutet nur ihre Formen falsch, irre geführt durch die negativen Resultate, welche er bei der Untersuchung im polarisirten Lichte erhielt. Ich war im Stande diesen Fehler zu corrigiren und habe nachgewiesen, dass diese Krystalle das Licht doppelt brechen. Alle Reaktionen, das Verhalten zu concentrirter Salzsäure ausgenommen, weisen auf die Proteinnatur dieses Körpers hin, und MASCHKE hat als Resultat seiner chemischen Untersuchungen aufgestellt, dass derselbe eine Verbindung von Casein mit einer eigenthümlichen Säure sei. Seine Untersuchungen liegen uns übrigens noch nicht in Ausführlichkeit vor.

Am vollständigsten dürften im gegenwärtigen Augenblicke die hier angeregten Fragen für die Dotterplättchen beantwortet werden können, wenn wir die gegenseitig sich ergänzenden Untersuchungen von VALENCIENNES und FRÉMY und von mir selbst zusammenhalten.

Ich habe nachgewiesen, dass die Dotterplättchen als Krystalle betrachtet werden müssen, sowohl vermöge ihrer Gestalt, als ihrer Struktur (Spaltbarkeit), als ihres Verhaltens im polarisirten Lichte (doppelte Brechung) und habe sie endlich auch aus ihrer Lösung in Formen des gleichen Krystallsystemes und mit den optischen und chemischen Eigenschaften, welche sie vor der Lösung besassen, wieder erhalten. Ich habe ferner nachgewiesen, dass sie die charakteristischen Reaktionen der Proteinkörper besitzen, mit Ausnahme dessen, dass sie sich in Salzsäure ohne blaue Farbe lösen, ein Umstand, welcher von vorne herein geneigt macht, sie nicht mit den Proteinkörpern strictesten Sinnes zu identificiren, sondern nur deren „nächsten Verwandten", den in der Einleitung so genannten „proteinartigen Körpern", mit anderen Worten, den Proteinkörpern im weiteren Sinne des Wortes beizuzählen.

Valenciennes und Frémy nun haben andrerseits durch die Analyse nachgewiesen, dass die Dotterplättchen in der That nach Art der Proteinkörper zusammengesetzt sind und von den Blutbildern wesentlich nur durch einen grösseren Gehalt an Phosphor und, wie es scheint, das Fehlen von Schwefel sich unterscheiden; sie kommen ihrer procentischen Zusammensetzung gemäss etwa zwischen Legumin und Chondrin zu stehen [1]). Die Untersuchungen der genannten Autoren beziehen sich zwar nicht auf die Dotterplättchen desselben Thieres, für welche ich die vollständigste Beobachtungsreihe besitze; aber es geht aus diesen, wie aus meinen Untersuchungen hervor, dass die Dotterplättchen der verschiedenen Thiere überhaupt kaum mehr sich von einander unterscheiden als wie das Eiweiss verschiedener Thiere, oder von Thieren und Pflanzen. Valenciennes und Frémy halten sie zum Theile für isomere Körper.

Für die Dotterplättchen findet sich demnach keine wesentliche Lücke mehr in den Beobachtungen über ihre Krystall- und Proteinnatur. Der äusserst geringe, nur bis zu 1% gehende Gehalt an Aschenbestandtheilen und die gesetzmässige Zusammensetzung, wie sie Valenciennes und Frémy kennen gelehrt haben [2]), zeigt deutlich, was auch das gleiche Verhalten aller ihrer Theile zu chemischen Agentien oben schon gelehrt hat, dass die Dotterplättchen — die Ichthin-, Ichthidin- und Emydin-Krystalle — nicht ein zufälliges Gemenge zweier Körper sein können, eines krystallisirenden organischen

1) Vergl. p. 85. Wie dort schon erwähnt, so reiht sie Gerhardt, weniger scrupulös, unmittelbar dem Eiweiss (s. o. p. 86) an.

2) Die Schwankungen in den hieher gehörigen Analysen können nicht auffallen, wenn wir bedenken, dass bei der Behandlung der genannten Stoffe mit Alkohol und Aether und der dabei stattfindenden Coagulation sicher ein Theil ihrer Salze und ihrer organischen Materie sich abspaltet, wie diess bei der Coagulation des Eiweisses, des Hämatokrystallins etc. beobachtet ist.

oder unorganischen und eines proteinartigen. Es ist durch die Beobachtungen über die Dotterplättchen somit der positive Beweis gegeben, dass es Substanzen von proteinartiger Zusammensetzung gibt, welche krystallisationsfähig sind. Wir müssen dem gegenüber unsere bisherige, bloss auf negative Resultate gestützte Annahme von der Nichtkrystallisirbarkeit solcher Körper fallen lassen, mag das auch für manche unserer Theorieen unbequem sein. Jenen direkten Beobachtnngen gegenüber kann den unklaren Suppositionen, welche wir uns eben auf Grund dieser negativen Resultate über den Unterschied krystallisirender und der Organisation dienender Körper, über den Unterschied der Krystallisation und Organisation selbst etwa gemacht haben mögen, keinerlei Gewicht beigemessen werden.

Ist nun überhaupt einmal erwiesen, dass proteinartige Körper krystallisiren, so fällt eben jener Widerspruch weg, durch welchen die oben bei *Lathraea* gezogenen Folgerungen sich gegenseitig aufheben zu müssen schienen, und es reichen trotz der bestehenden Lücken die angeführten Beobachtungen vollständig hin, um darauf den Ausspruch zu gründen, dass die in den Zellkernen von *Lathraea* enthaltenen, regelmässig gestalteten Körperchen Krystalle einer proteinartigen Substanz sind.

Ganz das Gleiche gilt dann auch für die Hämatokrystallin- und für die Aleuron-Krystalle, für welche schon an und für sich durch die speciellen Beobachtungen über beide die gleichen Folgerungen im höchsten Grade evident geworden waren. —

Die Krystalle dieser proteinartigen Substanzen zeigen Eigenthümlichkeiten, welchen wir bei anderen Krystallen nicht begegnen.

In erster Reihe ist hier hervorzuheben, dass viele derselben in verschiedenen Medien entweder vor ihrer Lösung oder

ohne dass eine solche nachfolgt, aufquellen — an Volumen zunehmen — und, falls sie ungelöst bleiben, durch Auswaschen oder Neutralisiren des Mediums auf ihren früheren Bestand zurückgeführt werden. Ich habe durch die Untersuchung der Ichthidin-Krystalle und der Aleuron-Krystalle von *Sparganium* im polarisirten Lichte nachgewiesen, dass dieselben nach der Einwirkung solcher Medien, obwohl ihre Krystallform dadurch nicht alterirt wird, nicht mehr doppelt brechen, somit aufgehört haben, Krystalle zu sein. Sie verhalten sich also gegen die bezeichneten Einflüsse wie eine beliebig gestaltete amorphe Masse der gleichen Substanz. Die eigenthümliche Erscheinung hängt lediglich von den chemischen Qualitäten der Substanz ab und es erscheint demnach natürlich, dass sie dieselbe auch als Krystalle zeigen, da durch das Auftreten von Krystallform und Krystallstruktur die chemischen Qualitäten sicherlich keine Veränderung erleiden. Eigenthümlich bleibt deshalb nur, dass Substanzen von solchen Qualitäten Krystallnatur annehmen. Mag das auch nach unseren Anschauungen über das Wesen der Krystalle, über ihre molekularen Verhältnisse befremdend sein, so besitzen diese Anschauungen doch sicherlich nicht die Kraft, das Faktum, dass jene Substanzen krystallisiren, in Frage zu stellen.

Auf gleicher Linie mit dieser Eigenthümlichkeit scheint das Verhalten der Krystalle zu solchen Agentien zu stehen, welche eine Coagulation ihrer Substanz ohne Alteration der Krystallform bewirken, wie z. B. Alkohol, oder sie unlöslich machen, indem sie wahrscheinlich eine chemische Verbindung damit eingehen, wie Sublimat. Auch durch diese Einflüsse hören die Krystalle auf Krystalle zu sein[1]) und behalten nur

1) Schon Lehmann hat darauf hingewiesen, dass die mit Alkohol behandelten Hämatokrystallin-Krystalle nur Afterkrystalle seien. Nur auf solche Afterkrystalle beziehen sich, wie schon oben angegeben,

mehr die äussere Form derselben zurück [1]). Alle diese Erscheinungen deuten in gleicher Weise darauf hin, dass der Krystall gleich der amorphen Substanz für andere Stoffe durchdringbar ist.

Als eigenthümlich erscheint ferner das Vorkommen einer besonderen membranartigen Hülle um einzelne dieser Krystalle. Dieselbe hat übrigens mit dem Krystalle selbst Nichts zu schaffen und erscheint entweder hysterogen, durch einen Niederschlag aus der umgebenden Flüssigkeit auf die Oberfläche des Krystalles gebildet, wie dies für die oben beschriebenen Hüllen der Hämatokrystallin-Tetraeder wahrscheinlich ist, oder proterogen, wenn der Inhalt eines Bläschens, sei dasselbe Zelle oder Zellkern oder eine Art Vacuole („Saftbläschen" NAEGELI, „Physalid" HARTIG) krystallisirt und die Bläschenhülle seiner Oberfläche sich anzuschmiegen nöthiget. Hieher gehören die von FUNKE beschriebenen Blutkörperchen der Fische mit krystallisirtem Inhalte, und zum Theile die Aleuronkrystalle HARTIG's, wenn es anders richtig ist, dass viele derselben von einer Art Membran umkleidet sind, was ich zwar für die scharf ausgebildeten Krystalle von *Bertholletia* und *Sparganium* nicht finden konnte, in Erwägung dessen aber, dass zur sicheren Entscheidung einer solchen Frage die Untersuchung des fertigen Gebildes nicht immer ausreicht, vielmehr die Entwickelungsgeschichte desselben verfolgt werden muss, nicht unbedingt in Frage stellen will. Die Aleuronkörner von *Ricinus* sprechen für die Möglichkeit solcher Vorkommnisse, obwohl sie nicht unmittelbar hieher gehören,

---

die Beobachtungen REICHERT's über die Elasticität und die Volumsveränderungen seiner „Albuminal-Krystalle".

1) Nur in einem Falle, in welchem wegen der Grösse der Krystalle die Erscheinung der doppelten Brechung besonders deutlich hervortrat, blieb auch nach der Coagulation eine freilich äusserst schwache Spur davon zurück (sieh oben über die umkrystallisirten Dotterplättchen p. 123). Möglich, dass hier die Wirkung des coagulirenden Agens nicht durch die ganze Masse des Krystalles sich erstreckt hatte.

da bei ihnen zwischen Krystall und Hülle des Kornes noch eine Lage Substanz eingeschaltet ist. An die Aehnlichkeit dieser Körner mit anderen in dem Umfange dieser Betrachtung gelegenen Gebilde, welche gleichfalls ihren Ursprung aus Bläschen (z. Th. Zellkernen) durch theilweise Umbildung ihres Inhaltes in einen oder mehrere Krystalle nehmen, wurde schon oben bei den Emydin-Krystallen erinnert.

Durch die Verwandtschaft, welche die hier berührten Substanzen als krystallisirende und proteinartige Körper besitzen, ist es nahe gelegt, dieselben unter sich und mit den bekannten Proteinkörpern zu vergleichen.

Dabei sehen wir, dass manche dieser Körper, welche gemäss ihrem Vorkommen sehr innig mit einander verwandt zu sein scheinen, in chemischer Beziehung grössere Unterschiede zeigen, als andere, welche hinwieder in ihrem Vorkommen nichts Gemeinschaftliches haben.

Die meisten Aehnlichkeiten mit den eigentlichen Proteinkörpern, zunächst mit dem Eiweiss, zeigen die Krystalle von *Lathraea*. Sie allein von allen hier genannten Stoffen werden nach vorausgegangener Coagulation bei der Lösung in erwärmter concentrirter Salzsäure gefärbt und zwar violett, welche Farbe das coagulirte Eiweiss unter gleichen Umständen gegenüber den blau werdenden übrigen Proteinkörpern auszeichnet.

Unter den krystallisirenden proteinartigen Körpern steht die Krystallsubstanz von *Lathraea* am nächsten dem Hämatokrystallin, von dem es sich aber schon durch die Leichtigkeit, mit welcher es eine unlösliche Verbindung mit Sublimat eingeht, unterscheidet. Ob das letztere in Salzsäure sich mit der charakteristischen Farbe der Proteinkörper auflöst, ist ob der störenden Dazwischenkunft des Blutfarbestoffes nicht mit Sicherheit beobachtet.

Mit dem Hämatokrystallin zeigt wieder das Ichthin, das

Emydin und das Ichthidin grosse Uebereinstimmung, namentlich in Rücksicht auf die leichte Coagulirbarkeit durch Aether und kalten Alkohol; die ersteren beiden unterscheiden sich aber davon unter Anderem durch ihre Unlöslichkeit in Wasser, das letztere durch Löslichkeit in Essigsäure.

Von allen vorher Genannten unterscheidet sich endlich das Aleuron dadurch, dass es viel schwerer gerinnt (erst beim Kochen in Alkohol oder selbst erst in kochendem Wasser) und dass es, wenigstens als Krystall, keine Neigung besitzt, mit Sublimat in Verbindung zu treten. Uebrigens zeigen die Aleuronkrystalle in ihren Lösungsverhältnissen selbst wieder grosse Verschiedenheiten, so dass „Aleuron" nicht eine Substanz von bestimmten chemischen Eigenschaften bezeichnet, sondern eine Gruppe einander im Allgemeinen ähnlicher Körper, die jedoch in einzelnen Punkten mehr von einander abweichen, als die unter dem Namen „Hämatokrystallin" zusammengefassten.

Eigenthümlich ist es nun, worauf bereits hingewiesen, dass die beiderlei krystallisirenden proteinartigen Substanzen vegetabilischen Ursprunges, die Krystalle in den Zellkernen von *Lathraea* und das Aleuron, welches nach HARTIG noch dazu ebenfalls aus den Zellkernen seinen Ursprung nehmen soll, in ihren chemischen Eigenschaften am weitesten von einander entfernt stehen.

Um diesem Unterschiede einen Ausdruck zu verleihen und auf die Aehnlichkeit der Krystallsubstanz von *Lathraea* mit dem Hämatokrystallin hinzuweisen, habe ich dieselbe „Phytokrystallin" genannt[1]). Unter den Begriff Aleuron, wie er von HARTIG mehr nach physikalischen und physiologischen, als nach chemischen Anhaltspunkten gefasst worden ist, konnte sie schon deshalb nicht eintreten, weil die Krystalle

1) *Tagblatt der Naturforscher-Versammlung in Karlsruhe vom 19. September* 1858. p. 27.

von *Lathraea* in keinem Medium sich unverändert erhalten, durch kein Mittel also als Krystall-Mehl (*αλευρον*) sich darstellen lassen. Sie unterscheiden sich weiter vom Aleuron, abgesehen von allen chemischen Differenzen, dadurch, dass sie nicht unmittelbar als Zellinhalt, sondern als Kerninhalt erscheinen, und weiter dadurch, dass sie nicht, wie das Aleuron, als Reservenahrungsstoff gelten können, indem die Zellen, in welchen sie enthalten sind, unter den Erscheinungen der Verwesung absterben, und die Substanz der Krystalle gleichwie der übrige Theil des Kernes und die sonstigen Proteinstoffe der Zellen an der Samenknospenoberfläche und in den blühenden Pflanzentheilen überhaupt keinem andern Pflanzentheile, weder in einer folgenden, noch in derselben Vegetationsperiode zu gute zu kommen scheinen.

Ich weiss wohl, dass mit einem solchen Namen der Wissenschaft eben so wenig, als mit den Namen Ichthin, Ichthidin, Hämatokrystallin u. s. f. gedient ist. Aber wir können diese Namen dennoch nicht entbehren, ebensowenig als die gleichfalls lauter unbekannte Grössen bezeichnenden Namen „Eiweiss, Fibrin, Casein“ u. s. f., und sind nun einmal auf eine solche provisorische Namengebung angewiesen, wenn wir unter den in manchen Stücken ähnlichen, in manchen wieder verschiedenen Objekten für künftige Untersuchungen einigermassen Ordnung halten wollen.

Indem wir einer solchen Nothwendigkeit Rechnung tragen, fühlen wir freilich den Wunsch stets auf's Neue lebhaft angeregt, es möchte bald gelingen, an die Stelle solcher provisorischer Namen rationelle Formeln und Bezeichnungen zu setzen. Wir mögen auf Grund der hier mitgetheilten Beobachtungen und der in ihnen enthaltenen Fingerzeige für eine analytische Untersuchung der betrachteten Körper einige Hoffnung schöpfen, dass wir diesem Ziele näher gerückt seien. Namentlich erscheinen die Dotterplättchen der Knor-

pelfische, welche leicht in grösserer Quantität für sich zu erhalten sind, und für welche wohl mit Grund erwartet werden darf, dass sie gleich denen der Knochenfische umkrystallisiren werden, sowie auch die Aleuronkrystalle als geeignetes Objekt für auf dieses Ziel gerichtete Untersuchungen.

Figurenerklärung.

Die Figuren, welchen die Vergrösserung als Bruchzahl beigesetzt ist, sind mit der Camera lucida entworfen.

Fig. 1 — 8. *Lathraea Squamaria.*

Fig. 1. Die äusseren Wandungen dreier Epithelialzellen der jungen, befruchteten Samenknospe von *Lathraea Squamaria,* mit ihrem Plasmabelege pl, und den darin eingebetteten Zellkernen a, b, c, deren Inneres kleine Phytokrystallin-Krystalle in verschiedener Anordnung zeigt. Seitenansicht nach einem Lamellenschnitte aus der Mitte der Samenknospe zur Veranschaulichung der Lage der Zellkerne. Vergl. p. 1.

Fig. 2. Parallel der Oberfläche der ausgewachsenen Samenknospe abgehobener Schnitt mit acht unverletzten Epithelialzellen a, b, c, d, e, f, g, h und deren Kernen. Der Boden der Zellen ist porös verdickt und durch denselben scheinen die ihn tragenden Seitenwände der um vieles kleineren Zellen der Samentesta durch. Diese Zellen sind spiralig oder netzförmig verdickt, der optische Querschnitt ihrer Wandungen erscheint deshalb als knotige Linie. Sie schieben sich zwischen die auch porös verdickten Seitenwandungen der Epithelialzellen bis auf deren halbe Höhe ein und liegen deshalb hier näher der Oberfläche als unter dem Mittelpunkte der Epithelialzellen. Die Kerne sind von verschiedener Form und in verschiedener Weise von grösseren und kleineren Krystallen erfüllt, worüber der Text zu vergleichen. Pag. 4, 5, 6.

Fig. 3. Durch Wasser veränderte Kerne. a und b zeigen die von der Krystallsubstanz entleerten Vacuolen, umgeben von der geronnenen Hüllmasse des Kernes, und die Kernkörperchen; c, unter rascher Einwirkung des Wassers stark verkleinerter und durchaus granulirt gewordener Kern mit Kernkörperchen. Pag. 12, 15, 16.

Fig. 4. Durch Essigsäure veränderte Kerne. a, allseitig von Krystallen erfüllt gewesener Kern, bei Einstellung auf die Mitte gesehen. Die Vacuolen durch Plasmastränge getrennt, welche, wie die Hüllmasse selbst, kleine Körnchen enthalten (durch die Essigsäure sichtbar gemacht) und in der Mitte des Kerns um das Kernkörperchen sich vereinigen. b stellt einen Kern dar, in welchem die Krystalle nur der einen, dem Beschauer zugewendeten Seite der Krystalle anlagen, bei Einstellung

auf die Oberfläche. Formlose Kernsubstanz liegt überall der Hülle des Kernes an, ausser wo die Krystallpaquete diese berührt hatten. In den schmalen Räumen zwischen den gelösten Krystallpaqueten erscheint die Kernmasse in Form von Maschenfäden, aus deren Anordnung die frühere Lage der Krystalle noch ersichtlich. Beide Kerne, a und b, sind durch die Essigsäure ausgedehnt. Pag. 12, 15, 22.

Fig. 5. Durch Alkohol veränderte Kerne.

In a die Krystalle coagulirt ohne Veränderung ihrer Form, die übrige Kernmasse granulirt. b und c von dem Alkohol erst erreicht, nachdem die Krystalle verflüssigt waren; an der einen Seite derselben die stark lichtbrechende coagulirte Krystallsubstanz; daneben in b der übrige Theil des Kernes stark granulirt und kleinvacuolig, in c weniger stark granulirt und das Maschennetz sichtbar. Pag. 12, 15, 24, 25.

Fig. 6. Ein noch ganz von eben verflüssigter Krystallmasse erfüllter und deshalb durchaus stark lichtbrechender Kern mit quer gerichteten Maschenfäden. Pag. 12, 15, 16, 18.

Fig. 7. Durch die Einwirkung von Kalilauge etwas verkleinerter Kern. Die Krystallmasse in eine knollige, gummiartige Masse verwandelt, wie das auch bei Einwirkung anderer Reagentien häufig geschieht. Pag. 16, 17, 20.

Fig. 8. Kern in Salzsäure. Die Krystallmasse zu einer kleisterartigen, vacuoligen Masse umgewandelt. Pag. 32.

Fig. 9. Aleuronkrystalle von *Sparganium ramosum*. (Pag. 57 bis 60.)

A bis E. Ein regelmässig ausgebildeter rhomboedrischer Krystall mit kaum bemerklicher Abstumpfung der Scheitelecken durch die basischen (End-) Flächen u, v in sechs verschiedenen Stellungen, die gleiche Scheitelfläche überall mit x bezeichnet. Diese und die gegenüber liegende Scheitelfläche waren mit anderen Krystallen derselben Zelle in Berührung gestanden und erscheinen deshalb eben. Die vier anderen Scheitelflächen trugen die Eindrücke von Amylumkörnern, welche aber nur in a und b gezeichnet sind. Die krystallographische Hauptaxe liegt in allen Figuren in der Richtung u — v. In C sind die sechs, je zu dreien in einer der basischen Fläche parallelen Ebene liegenden Randecken mit m, n, o und p, q, r bezeichnet (s. pag. 64).

F und G. Ein ähnlicher rhomboedrischer Krystall mit deutlicher entwickelter basischer (End-) Fläche, in ähnlicher Stellung wie A und B. Die Eindrücke der Amylumkörner nur in F gezeichnet.

H. Ein ähnlicher Krystall nach Behandlung mit Ammoniak. Die corrodirte Oberfläche lässt die Spaltungsrichtungen erkennen. Stellung ähnlich der von F, aus Vergleichung mit welcher Figur die Lage der Flächen und Axen leicht ersichtlich.

I. Ungleichmässig entwickelter, sehr flacher rhomboedrischer Krystall mit Eindrücken von Amylumkörnern.

K. Verbindung mehrerer Krystalle zu einer unregelmässig rund-

lich-eckigen Masse, den Uebergang zu jenen Aleuronkörnern in *Sparganium* bildend, an welchen keine Krystallform deutlich zu erkennen.

Fig. 10. Aleuron von *Ricinus*.
(Pag. 61.)

A. Annähernd eiförmige Aleuronkörner; bei x der Weisskern.

B. Mit Wasser behandelte Aleuronkörner; u, die resistente Rindenschichte (Membran Hartig's); v, von der gelösten, amorphen Aleuronmasse zurückgelassener Raum; w, der davon umschlossen gewesene Aleuron-Krystall (oder Krystallgruppe); x, der Weisskern.

Fig. 11. Aleuron-Krystalle von *Bertholletia excelsa*.
(Pag. 63 bis 65.)

A. Ziemlich regelmässig entwickelter rhomboedrischer Krystall mit sehr geringer Abstumpfung der Scheitelecken durch die basischen (End-) Flächen u, v. An der einen Scheitelfläche liegt der knollige Weisskern x.

B. Ein etwas ungleichmässiger entwickelter, flacher Krystall mit weiter gehender Abstumpfung der Scheitelecken durch die basischen Flächen u, v.

C. Noch flacherer Krystall mit ähnlicher Abstumpfung.

D — G. Durch Herabrücken der abstumpfenden basischen Flächen bis in die Randecken der Stammform (vergl. Fig. 9. C. m, n, o, p, q, r) oktaedrisch gewordener Krystall in vier verschiedenen Lagen. Solche Krystalle präsentiren sich besonders häufig in der Lage von E. In E ist zugleich der knollenförmige Weisskern mitgezeichnet.

H. Ein nur einmal beobachteter Doppeldrilling, wie es schien, von etwas unregelmässigen, sechsseitigen, durch drei Rhomboederflächen beiderseits zugespitzten Prismen gebildet.

I. Ein rhomboedrischer Krystall, durch die Einwirkung von Wasser parallel den Rhomboederflächen zerklüftet.

Fig. 12 — 15. Dotterplättchen (Ichthidin-Krystalle) des Karpfen.

Fig. 12. a — e, Dotterplättchen von verschiedener Grösse und verschiedener, deutlich krystallinischer Form, von der Fläche gesehen; f — h, von der Seite gesehen (nach frischen sowohl als nach mit Alkohol und Sublimat behandelten Plättchen gezeichnet);

i, k, schief zu den Seitenkanten gerichtete Durchschnitte aufrecht stehender Plättchen von ähnlicher Gestaltung wie f, aus einem in Alkohol erhärteten Karpfeneie. Pag. 91 bis 93.

Fig. 13. a, b, c. Dotterplättchen aus dem getrockneten Eie, aus mehreren innig an einander haftenden, in verschiedener Lage zu einander befindlichen, dünnen Krystallplättchen bestehend. Pag. 95.

d, e, f. Getrocknete und zerdrückte Plättchen mit deutlich den geraden Durchmessern parallelen Spalten. Pag. 96.

Fig. 14. a, b, c, Dotterplättchen, an welchen in Folge äusserer Einwirkungen (s. o. pag. 93.) Spaltungslinien aufgetreten sind, von der Fläche gesehen;

d, e, dergleichen von der Seite gesehen;

f, in Lösung begriffen, eine Uebergangsstufe zu den in Fig. 15. dargestellten Verhältnissen bildend (s. pag. 111).

Fig. 15. Durch Wasser veränderte Plättchen. Pag. 111.

a. Der grösste Theil des Plättchens verflüssigt, um einen centralen Krystallrest von der Form eines kreuzartigen Zwillingskrystalles angesammelt.

b. Das Plättchen ist erst tropfenartig, dann zu einer Vacuole geworden, welche noch verschieden gestaltete, ungelöst bleibende Krystallreste einschliesst.

c. Aehnlich b, zugleich aber granulirt geworden.

Fig. 16. Dotterplättchen des Frosches (Flächen- und Seitenansicht. Pag. 129).

Fig. 17 und 18. Dotterelemente eines in Alkohol aufbewahrten Eies von *Testudo tabulata*.

Fig. 17. Rundlich eckige Dotterkugeln aus einem kleineren Eie (von 15mm Durchmesser) mit Krystallgruppen (a, c) und Einzelkrystallen (b) von häufig hexagonaler Gestalt (Emydinkrystalle) im Inneren; c, mit grubig-vacuoliger Oberfläche. Pag. 132 bis 134.

Fig. 18. Bizarr gestaltete, sehr grosse Elemente aus dem Dotter eines 26mm langen Eies, welche ihrer sonstigen Beschaffenheit nach jenen Kugeln gleichwerthig zu sein scheinen. Sie enthielten keine Krystalle. Pag. 135.

Fig. 19. Umkrystallisirtes Ichthidin des Karpfeneies.

Die verschieden gestalteten Krystalle (s. o. pag. 117) liegen in einer inselförmig von Oel umzogenen Masse des flüssigen Einhaltes, welche selbst wieder dunkelrandige Tropfen von Oel umschliesst.

Fig. 20 — 25. Halb schematische Figuren zur Erläuterung der Angaben über die Krystallform der künstlichen und natürlichen Ichthidinkrystalle (Dotterplättchen) und deren Verhalten im polarisirten Lichte.

Fig. 20. stellt die im Texte überall als normal angenommene Lage des Gypsplättchens (vom Roth der ersten Ordnung) bei der Untersuchung im polarisirten Lichte dar.

Die Kreislinie veranschaulicht das Gesichtsfeld, resp. den Tubus des Mikroskopes, der Pfeil die längere Diagonale der geneigten rhombischen Endfläche des unteren Nicol, resp. die Schwingungsebene der durch ihn gehenden Strahlen (nach Holtzmann, s. o. pag. 98. Anm. 4.); MN ist eine Normale parallel zur Brust des Beobachters, r, r die rechte, l, l die linke

Diagonale des Gesichtsfeldes; O E O E das rhombische Gypsplättchen, und zwar O, O die beiden den orthodiagonalen Flächen entsprechenden Seiten mit den Spuren muschligen Bruches, E, E die den Endflächen entsprechenden Seiten mit dem Ausdrucke der faserigen Spaltung. Um 20° von der Halbirungslinie der spitzen Winkel des rhombischen Plättchens (resp. seiner grösseren Diagonale) abweichend, geht durch die mit O bezeichneten Seiten die Schwingungsebene der grösseren Elasticität (d. h. die Schwingungsebene für den schneller sich fortpflanzenden Strahl); sie ist durch die ausgezogene Linie dargestellt, welche die Fortsetzung der punktirten r, r bildet. Rechtwinklig mit ihr kreuzt sich die Schwingungsebene der kleineren Elasticität, welche also in der Fortsetzung der punktirten l, l liegt, um 20° von der kleineren Diagonale des Rhombus (der Halbirungslinie seiner stumpfen Winkel) abweicht und durch die Seiten E, E geht. Pag. 102 (auch pag. 6, 59, 65, 98).

Fig. 21. stellt jene Lage des Gypsplättchens dar, welche neben der in Fig. 20. gleichfalls als normal gelten kann. Das Plättchen liegt hier auf der anderen Fläche als in Fig. 20, die Schwingungsebene der grösseren Elasticität (durch die Seiten O, O gehende ausgezogene Linie) liegt aber gleichfalls in der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes (r, r). Pag. 102. Anmerk. 1.

Fig. 22. Farbenwechsel der Dotterplättchen im Roth der ersten Ordnung beim Wechsel ihrer Lage. a, b, c, d, e, f, ein rektanguläres Plättchen, dessen längerer Durchmesser mit der Makrodiagonale übereinstimmt auf der Endfläche (a, d), der längeren (b, e) und der kürzeren Seitenfläche liegend (c, f), der Richtung nach theils mit der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes (a, b, f), theils mit der linken (d, e, c) übereinstimmend.

g und h, ein in der Richtung der Makrodiagonale, welche durch die nahezu convexen Seiten geht, verkürztes Plättchen. Die Makrodiagonale in g der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes gleich gerichtet, in h rechtwinklig dazu liegend.

i = a, bei Annäherung an die intermediäre Lage zwischen r, r und l, l von der blauen Farbe mehr und mehr in die des Gesichtsfeldes übergehend;

k = d, bei ähnlicher Lageveränderung die gelbe Farbe verlierend. Pag. 103, 104, 108 (auch p. 99, 100).

Fig. 23. Verschiedene Formen der künstlich gewonnenen Ichthidin-Krystalle, sämmtlich so liegend, dass die Makrodiagonale mit der rechten Diagonale des Gesichtsfeldes übereinstimmt. Pag. 118, 119.

e und g zeigen Trockenrisse. Pag. 124.

Fig. 24. Schematische Ableitung der in Fig. 23. abgebildeten Krystallformen aus dem tafelförmigen rhombischen Prisma (A). m, makrodiagonale, b, brachydiagonale Fläche. Pag. 120, 121.

Fig. 25. Schematische Ableitung der hemiedrischen, dreiseitigen,

tafelförmigen Prismen (von den punktirten Linien umschlossen) aus einer Combination der obigen Formen (von den ausgezogenen Linien umschlossen). Die dem Beschauer zugewendeten Flächen der Letzteren sind bezeichnet wie folgt: P, prismatische Seitenfläche; B, basische Fläche; M, makrodiagonale Fläche; D, einem Doma angehörende Fläche. Die gleichwerthigen Flächen an der Rückseite der Figur sind ohne Schwierigkeit aus der Zeichnung selbst zu ersehen. Pag. 121.

Verbesserungen.

Pag. 2, Zeile 6 v. o. und
„ 15, „ 3 v. u. lies: spitzweckartig statt spitz weckartig.
„ 39, „ 4 „ „ „ Neben statt Ueber.
„ 46, „ 9 „ „ „ 20,28 statt 2028.
„ 68, Anmerk. 1. füge bei: Sieh auch O. Maschke, Pigmentlösung als Reagens bei mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen. Journal für praktische Chemie von O. L. Erdmann u. G. Werther 1859. Bd. 76. Heft 1. p. 41.
„ 84, Zeile 14 v. u. liess: seien statt sein.
„ 92, „ 8 v. o. „ Abstumpfungs- statt Abstufungs-.
„ 93, „ 7 „ „ „ geben statt gaben.

Druck von Philipp Reclam jun. in Leipzig.

Fig. 1. 100/1

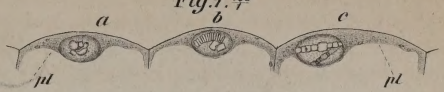


Fig. 2. 160/1

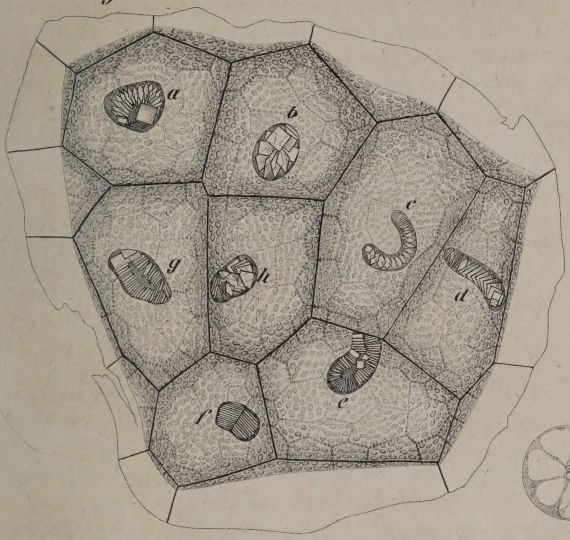


Fig. 3. 160/1

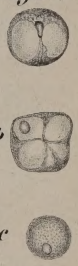


Fig. 4. 100/1

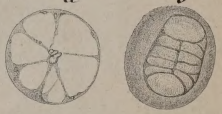


Fig. 5. 360/1

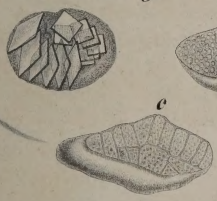


Fig. 6. 360/1

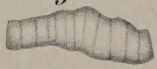


Fig. 7. 360/1

Fig. 8. 360/1

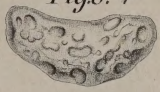
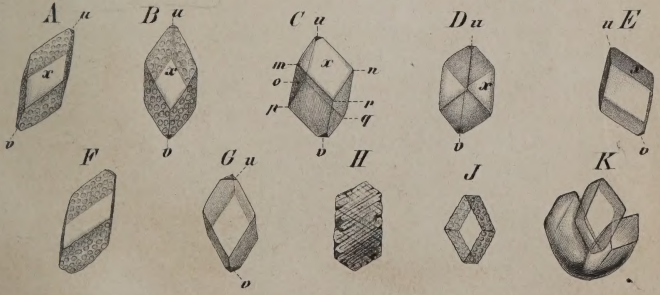
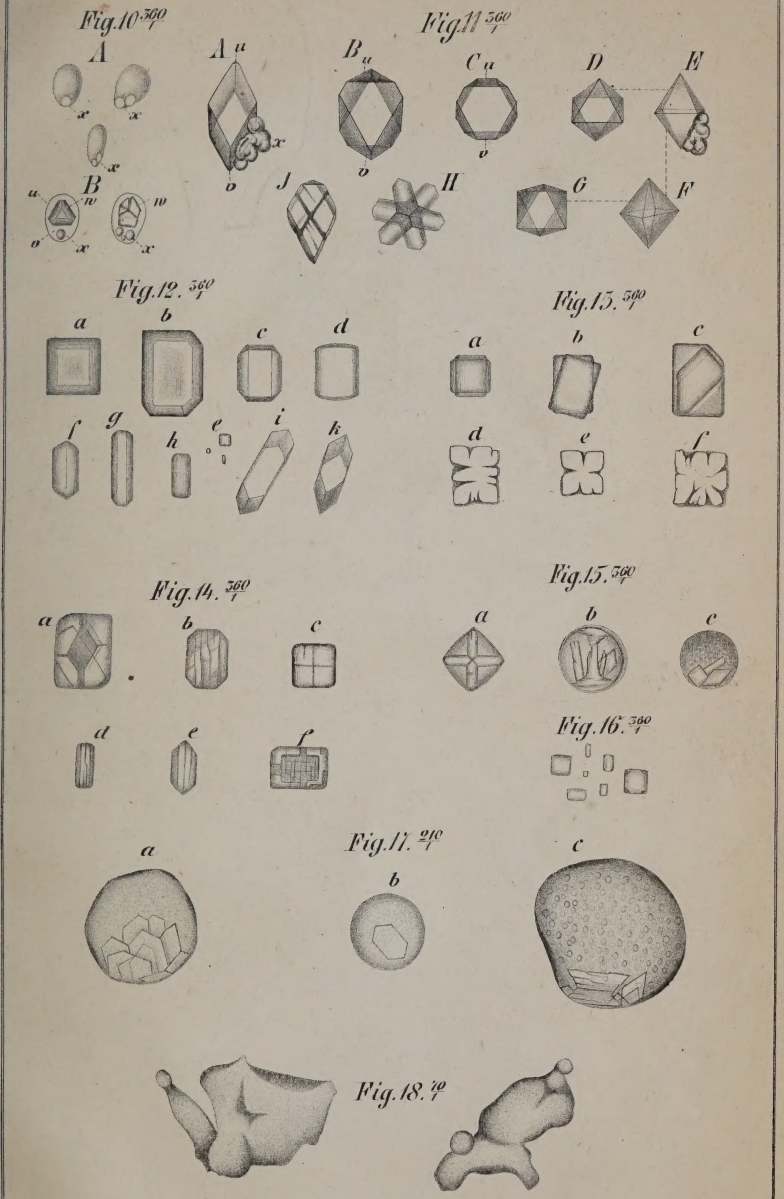


Fig. 9. 360/1



del. L. Radlkofer.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



del. L. Radlkofer.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 19. $\frac{100}{1}$

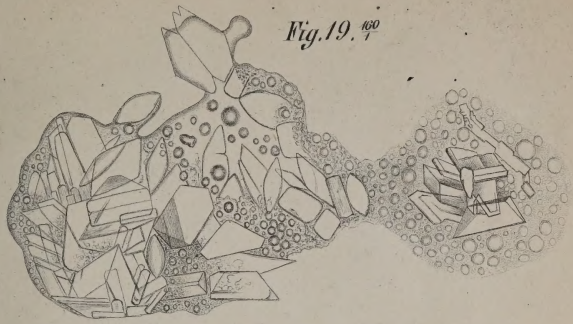


Fig. 20.

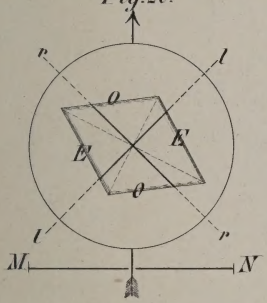


Fig. 21.

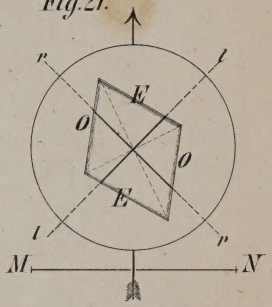


Fig. 22.

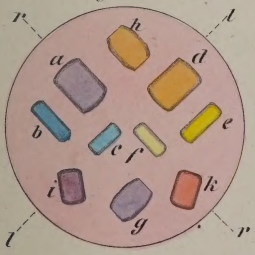


Fig. 23.

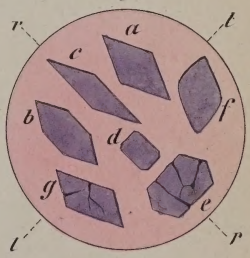


Fig. 24.

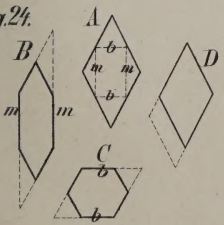
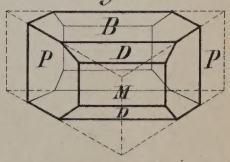


Fig. 25.



del. L. Radikofer.

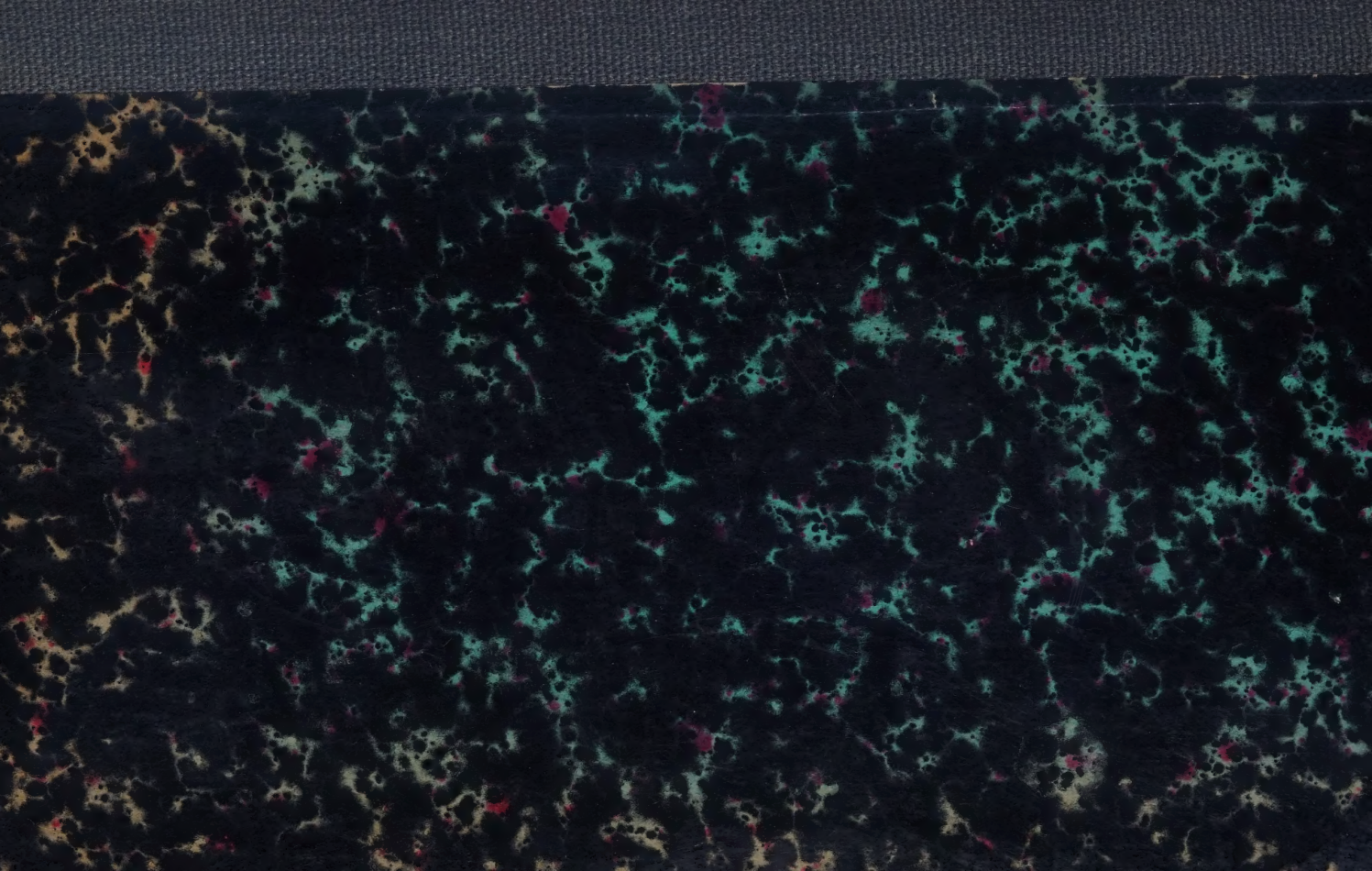
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY

Do not
remove
the card
from this
Pocket.

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File."
Made by LIBRARY BUREAU, Boston

Author Radlkofer
Title Krystalle proteinartiger Körper 1876

DATE. | NAME OF BORROWER.

B101
R.